

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-045048

(43)Date of publication of application : 14.02.2003

(51)Int.Cl. G11B 7/09
G01M 11/02
G02B 3/06
G02B 5/18
G02B 5/32
G11B 7/125
G11B 7/135

(21)Application number : 2001-227365

(71)Applicant : PIONEER ELECTRONIC CORP

(22)Date of filing : 27.07.2001

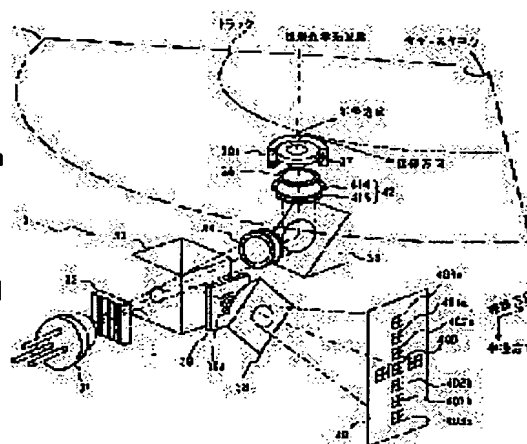
(72)Inventor : OGASAWARA MASAKAZU
YANAGISAWA TAKAMARO

(54) OPTICAL PICKUP DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical pickup device by which the stability of a focus servo is improved without being affected by spherical aberration.

SOLUTION: The optical pickup device 3 detecting the focus error and wave front aberration of a light beam is provided with a diffraction optical element 39 arranged on the optical axis of the return light of a photodetection optical system 40 and having a ring zone annularly extracting a light beam component near a prescribed radius on a pupil corresponding to the maximum value of a wave front aberration distribution on the emission pupil surface of an irradiation optical system of the generated wave front aberration from the return light. The photodetector is provided with a first light receiving part receiving the extracted light beam component passing through the ring zone 39A and a second light receiving part receiving at least a part of the light beam components other than the light beam component passing through the ring zone. The optical pickup device is provided with a focus error detection circuit connected to the first light receiving part and detecting the focus error of the light beam on the basis of photoelectric conversion output from it and a wave front aberration error detection circuit connected to the second light receiving part and detecting the wave front aberration of the light beam on the basis of the photoelectric conversion output from it.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than

the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-45048

(P2003-45048A)

(43) 公開日 平成15年2月14日 (2003.2.14)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード* (参考)

G 1 1 B 7/09

G 1 1 B 7/09

B 2 G 0 8 6

G 0 1 M 11/02

G 0 1 M 11/02

B 2 H 0 4 9

G 0 2 B 3/06

G 0 2 B 3/06

5 D 1 1 8

5/18

5/18

5 D 1 1 9

5/32

5/32

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 27 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2001-227365(P2001-227365)

(71) 出願人 000005016

バイオニア株式会社

東京都目黒区目黒1丁目4番1号

(22) 出願日

平成13年7月27日 (2001.7.27)

(72) 発明者 小笠原 昌和

埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 バ

イオニア株式会社総合研究所内

(72) 発明者 柳澤 琢磨

埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 バ

イオニア株式会社総合研究所内

(74) 代理人 100079119

弁理士 藤村 元彦

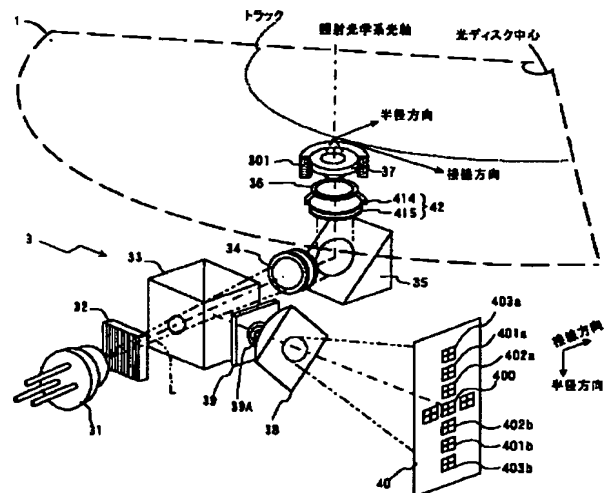
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ピックアップ装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 球面収差に影響されないフォーカスサーボの安定性を高めた光ピックアップ装置を提供する。

【解決手段】 光ビームの焦点誤差及び波面収差を検出する光ピックアップ装置3は、光検出光学系40の戻り光の光軸に配置されかつ、生じた波面収差の照射光学系の射出瞳面における波面収差分布の極大値に対応した瞳上の所定半径の近傍の光線成分を、戻り光から、環状に抽出する輪帯を有する回折光学素子39を備える。光検出器は、輪帯39Aを通過する抽出された光線成分を受光する第1受光部、並びに、輪帯を通過する光線成分以外の光線成分の少なくとも一部を受光する第2受光部を含む。光ピックアップ装置は、第1受光部に接続されかつこれからの光電変換出力に基づいて光ビームの焦点誤差を検出する焦点誤差検出回路と、第2受光部に接続されかつこれからの光電変換出力に基づいて光ビームの波面収差を検出する波面収差検出回路と、を備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光学式記録媒体の光透過層を介して記録面上に光ビームを集光してスポットを形成する照射光学系、及び、前記スポットから反射されて戻った戻り光を光検出器へ集光する光検出光学系を有し、前記光ビームの焦点誤差及び波面収差を検出する光ピックアップ装置であって、
前記光検出光学系の前記戻り光の光軸に配置されかつ、光学系において生じた波面収差の前記照射光学系の射出瞳面における波面収差分布の極大値に対応した瞳上の所定半径の近傍の光線成分を、前記戻り光から、環状に抽出する輪帯を有する回折光学素子を備え、
前記光検出器は、前記輪帯を通過する抽出された光線成分を受光する第1受光部、並びに、前記輪帯を通過する光線成分以外の光線成分の少なくとも一部を受光する第*

* 2受光部を含み、

前記第1受光部に接続されかつこれからの光電変換出力に基づいて前記光ビームの焦点誤差を検出する焦点誤差検出回路と、

前記第2受光部に接続されかつこれからの光電変換出力に基づいて前記光ビームの波面収差を検出する波面収差誤差検出回路と、を備えたことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項2】 前記瞳上の所定半径は、前記光検出光学系の前記戻り光の光軸を中心に前記瞳半径をR₀とした場合に0.71R₀～0.74R₀であることを特徴とする請求項1記載の光ピックアップ装置。

【請求項3】 前記輪帯は、下記式(3)

【数1】

$$\int_0^{2\pi} \int_{r_{min}}^{r_{max}} I(r \cos \theta, r \sin \theta) S(y(r)) r dr d\theta = 0$$

…(3)

((3)式中、I(r cos θ, r sin θ)は射出瞳上の強度分布を、S(y)は焦点誤差信号関数を、y(r)は縦収差量をそれぞれ示す)を満たす内側及び外側半径r_{min}及びr_{max}を有することを特徴とする請求項1記載の光ピックアップ装置。

【請求項4】 前記回折光学素子は、前記輪帯に設けられた回折格子によって透過光を0次回折光と1次回折光に分離するグレーティング又はブレード型の透過ホログラムレンズであることを特徴とする請求項1記載の光ピックアップ装置。

【請求項5】 前記光検出光学系の前記戻り光の光軸における前記ホログラムレンズの前又は後のいずれかに配置されかつ前記戻り光に非点収差を付与する非点収差発生光学素子を有することを特徴とする請求項4記載の光ピックアップ装置。

【請求項6】 前記ホログラムレンズが前記戻り光に非点収差を付与する機能を有することを特徴とする請求項4記載の光ピックアップ装置。

【請求項7】 前記第1受光部は直交する2本の分割線を境界線として各々近接配置されかつ前記分割線の交点を中心に前記回折光学素子の前記輪帯から照射される±1次回折光のいずれかを受光する互いに独立した4個の受光素子から構成され、前記焦点誤差検出回路は対角位置にある前記4個の受光素子の1対の出力和の間の差分を前記光ビームの焦点誤差信号として生成することを特徴とする請求項5又は6記載の光ピックアップ装置。

【請求項8】 前記回折光学素子は、前記輪帯の内側に画定された内側領域に設けられた回折格子によって透過光を0次回折光と1次回折光に分離するグレーティング又はブレード型の透過ホログラムレンズであり、さら

に、前記第2受光部は直交する2本の分割線を境界線として各々近接配置されかつ前記分割線の交点を中心に前記回折光学素子の前記内側領域から照射される1次回折光を受光する互いに独立した4個の受光素子から構成され、前記波面収差誤差検出回路は対角位置にある前記4個の受光素子の1対の出力和の間の差分を前記光ビームの波面収差誤差信号として生成することを特徴とする請求項7記載の光ピックアップ装置。

【請求項9】 前記回折光学素子は前記輪帯の外側に画定された外側領域に設けられた回折格子によって透過光を0次回折光と1次回折光に分離するグレーティング又はブレード型の透過ホログラムレンズであり、さらに、前記第2受光部は直交する2本の分割線を境界線として各々近接配置されかつ前記分割線の交点を中心に前記回折光学素子の前記外側領域から照射される1次回折光を受光する互いに独立した4個の受光素子から構成され、前記波面収差誤差検出回路は対角位置にある前記4個の受光素子の1対の出力和の間の差分を前記光ビームの波面収差誤差信号として生成することを特徴とする請求項7又は8記載の光ピックアップ装置。

【請求項10】 前記ホログラムレンズが前記戻り光の±1次回折光に対し元の光軸から偏向させ集光せしめる偏芯したレンズ効果を有しかつ該±1次回折光のいずれかに凸レンズ又は凹レンズの作用をする機能を有することを特徴とする請求項4記載の光ピックアップ装置。

【請求項11】 前記第1受光部は各々が前記回折光学素子の前記輪帯から照射される±1次回折光を受光しかつ該±1次回折光のスポットを分割する分割線を境界線として各々近接配置された少なくとも2個の受光素子上からなりかつ正極性側となる少なくとも1以上の受光

素子の面積と負極性側となる少なくとも1以上の受光素子の面積との合計が略等しくなるように構成され、前記焦点誤差検出回路は前記受光素子の正極性側及び負極性側の出力和の間の差分を前記光ビームの焦点誤差信号として生成することを特徴とする請求項10記載の光ピックアップ装置。

【請求項12】 前記回折光学素子は前記輪帯の内側に画定された内側領域に設けられた回折格子によって透過光を0次回折光と1次回折光に分離するグレーティング又はブレース型の透過ホログラムレンズであり、さらに、前記第2受光部は各々が前記回折光学素子の前記内側領域から照射される1次回折光を受光しかつ該1次回折光のスポットを分割する分割線を境界線として各々近接配置された少なくとも2個の受光素子以上からなりかつ正極性側となる少なくとも1以上の受光素子の面積と負極性側となる少なくとも1以上の受光素子の面積との合計が略等しくなるように構成され、前記波面収差誤差検出回路は前記受光素子の正極性側及び負極性側の出力和の間の差分を前記光ビームの波面収差誤差信号として生成することを特徴とする請求項11記載の光ピックアップ装置。

【請求項13】 前記回折光学素子は、前記輪帯の外側に画定された外側領域に設けられた回折格子によって透過光を0次回折光と1次回折光に分離するグレーティング又はブレース型の透過ホログラムレンズであり、さらに、前記第2受光部は各々が前記回折光学素子の前記外側領域から照射される1次回折光を受光しかつ該1次回折光のスポットを分割する分割線を境界線として各々近接配置された少なくとも2個の受光素子以上からなりかつ正極性側となる少なくとも1以上の受光素子の面積と負極性側となる少なくとも1以上の受光素子の面積との合計が略等しくなるように構成され、前記波面収差誤差検出回路は前記受光素子の正極性側及び負極性側の出力和の間の差分を前記光ビームの波面収差誤差信号として生成することを特徴とする請求項11又は12記載の光ピックアップ装置。

【請求項14】 前記ホログラムレンズは前記戻り光の±1次回折光のいずれかに凸レンズ又は凹レンズの作用をする機能を有し、前記第1受光部は直交する2本の分割線を境界線として各々近接配置されかつ前記分割線の交点を中心に前記回折光学素子の前記輪帯から照射される1次回折光を受光する互いに独立した4個の受光素子から構成され、前記焦点誤差検出回路は対角位置にある前記4個の受光素子の1対の出力和の間の差分を前記光ビームの焦点誤差信号として生成することを特徴とする請求項5又は6記載の光ピックアップ装置。

【請求項15】 前記回折光学素子は、前記輪帯の内側に画定された内側領域に設けられた回折格子によって透過光を0次回折光と1次回折光に分離するグレーティング又はブレース型の透過ホログラムレンズであり、さら

に、前記第2受光部は直交する2本の分割線を境界線として各々近接配置されかつ前記分割線の交点を中心に前記回折光学素子の前記内側領域から照射される1次回折光を受光する互いに独立した4個の受光素子から構成され、前記波面収差誤差検出回路は対角位置にある前記4個の受光素子の1対の出力和の間の差分を前記光ビームの波面収差誤差信号として生成することを特徴とする請求項14記載の光ピックアップ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ディスクなどの光学式情報記録媒体の記録再生装置における光ピックアップ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、DVD (Digital Versatile Disc) と称される高記録密度及び大容量の光ディスク並びにこれを用いたシステムがある。片面の1層の記録層のDVDでは4.7Gバイトであるが、その記録層を複数化することにより、DVDの規格において記録層を2層とすることで倍の大容量化を実現している。

【0003】また、更なる光ディスクの大容量化のために、高NA及び短波長の光学系及び光源を用い、カバー層下に記録層を2層、3層、4層積層する次世代の多層光ディスクシステムも考えられている。このような複数の記録面がスペーサ層を挟んで交互に積層される多層光ディスクにおいて、一方の光ディスク表面側から情報を読み取るには、所望のどちらか一方の層における記録面に対し光ビームの焦点を合焦位置若しくは最適集光位置に正確に合わせ、すなわち、集光されたスポットを所望の記録層に照射することが必要となる。

【0004】実効的な開口数 (NA) が大きい集光光学系では、光ディスクのカバー層の厚み誤差や多層構造とした場合の所望の記録層までのカバー層を含めた所定光透過層合計厚み (深さ) からの変動分 (単に厚み誤差ともいう) により、開口数の4乗に比例した大きな波面収差 (主として球面収差) が発生する。厚み誤差より発生した球面収差によって、当該記録層上の照射光ビームのスポット径が大きく広がってしまうため、所定光透過層に対してフォーカスサーボ系が最適設計された光学系を装備した光ピックアップでも、球面収差を補正する機構を搭載する必要がある。従来、光ピックアップの集光光学系の光路中に液晶素子を配置し、検出された球面収差に応じた電圧を液晶素子に印加することで通過する光ビームに位相差を与えて、球面収差を補償する方法が提案 (特開平10-106012号公報) されている。

【0005】また球面収差補償用信号を得るために、対物レンズ通過光ビームの光軸近傍の光成分を用いてフォーカスサーボを行い、その外側の光線成分を用いて球面収差を検出する方法が提案 (特開2000-171346号公報) されている。

10

20

30

40

50

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の対物レンズ通過光ビームの一部を球面収差の検出に用いる場合、高NA集光光学系では、フォーカスサーボ動作中の焦点誤差信号は球面収差の影響を多大に受ける。すなわち、記録層上の光透過層の厚み誤差が大きい場合、スポットの最適集光位置がずれて焦点誤差信号が劣化する場合がある。よって、従来の光ピックアップ装置では球面収差の影響が残り、良好な再生特性を得ることができなかった。

【0007】本発明は、上述した点に鑑みてなされたものであり、高開口数の対物レンズを用いた光学系であってもカバー層の厚さ誤差によって発生する球面収差を補正することができ、さらに、フォーカスサーボの安定性を向上させ目標記録面に対し光ビームの最適合焦位置を良好に追従させることのできる光ピックアップ装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の光ピックアップ装置は、光学式記録媒体の光透過層を介して記録面上に光ビームを集光してスポットを形成する照射光学系、及び、前記スポットから反射されて戻った戻り光を光検出器へ集光する光検出光学系を有し、前記光ビームの焦点*

$$\int_0^{2\pi} \int_{r_{\min}}^{r_{\max}} I(r \cos \theta, r \sin \theta) S(y(r)) r dr d\theta = 0$$

… (3)

【0011】((3)式中、 $I(r \cos \theta, r \sin \theta)$ は射出瞳上の強度分布を、 $S(y)$ は焦点誤差信号関数を、 $y(r)$ は縦収差量をそれぞれ示す)を満たす内側及び外側半径 r_{\min} 及び r_{\max} を有することを特徴とする。本発明の光ピックアップ装置においては、前記回折光学素子は、前記輪帯に設けられた回折格子によって透過光を0次回折光と1次回折光に分離するグレーティング又はブレース型の透過ホログラムレンズであることを特徴とする。

【0012】本発明の光ピックアップ装置においては、前記光検出光学系の前記戻り光の光軸における前記ホログラムレンズの前又は後のいずれかに配置されかつ前記戻り光に非点収差を付与する非点収差発生光学素子を有することを特徴とする。本発明の光ピックアップ装置においては、前記ホログラムレンズが前記戻り光に非点収差を付与する機能を有することを特徴とする。

【0013】本発明の光ピックアップ装置においては、前記第1受光部は直交する2本の分割線を境界線として各々近接配置されかつ前記分割線の交点を中心に前記回折光学素子の前記輪帯から照射される±1次回折光のいずれかを受光する互いに独立した4個の受光素子から構成され、前記焦点誤差検出回路は対角位置にある前記4

* 誤差及び波面収差を検出する光ピックアップ装置であって、前記光検出光学系の前記戻り光の光軸に配置されかつ、光学系において生じた波面収差の前記照射光学系の射出瞳面における波面収差分布の極大値に対応した瞳上の所定半径の近傍の光線成分を、前記戻り光から、環状に抽出する輪帯を有する回折光学素子を備え、前記光検出器は、前記輪帯を通過する抽出された光線成分を受光する第1受光部、並びに、前記輪帯を通過する光線成分以外の光線成分の少なくとも一部を受光する第2受光部を含み、前記第1受光部に接続されかつこれからの光電変換出力に基づいて前記光ビームの焦点誤差を検出する焦点誤差検出回路と、前記第2受光部に接続されかつこれからの光電変換出力に基づいて前記光ビームの波面収差を検出する波面収差誤差検出回路と、を備えたことを特徴とする。

【0009】本発明の光ピックアップ装置においては、前記瞳上の所定半径は、前記光検出光学系の前記戻り光の光軸を中心に前記瞳半径を R_0 とした場合に $0.71R_0 \sim 0.74R_0$ であることを特徴とする。本発明の光ピックアップ装置においては、前記輪帯は、下記式

(3)

【0010】

【数2】

個の受光素子の1対の出力和の間の差分を前記光ビームの焦点誤差信号として生成することを特徴とする。

【0014】本発明の光ピックアップ装置においては、前記回折光学素子は、前記輪帯の内側に画定された内側領域に設けられた回折格子によって透過光を0次回折光と1次回折光に分離するグレーティング又はブレース型の透過ホログラムレンズであり、さらに、前記第2受光部は直交する2本の分割線を境界線として各々近接配置されかつ前記分割線の交点を中心に前記回折光学素子の前記内側領域から照射される1次回折光を受光する互いに独立した4個の受光素子から構成され、前記波面収差誤差検出回路は対角位置にある前記4個の受光素子の1対の出力和の間の差分を前記光ビームの波面収差誤差信号として生成することを特徴とする。

【0015】本発明の光ピックアップ装置においては、前記回折光学素子は前記輪帯の外側に画定された外側領域に設けられた回折格子によって透過光を0次回折光と1次回折光に分離するグレーティング又はブレース型の透過ホログラムレンズであり、さらに、前記第2受光部は直交する2本の分割線を境界線として各々近接配置されかつ前記分割線の交点を中心に前記回折光学素子の前記外側領域から照射される1次回折光を受光する互いに

独立した 4 個の受光素子から構成され、前記波面収差誤差検出回路は対角位置にある前記 4 個の受光素子の 1 対の出力和の間の差分を前記光ビームの波面収差誤差信号として生成することを特徴とする。

【0016】本発明の光ピックアップ装置においては、前記ホログラムレンズが前記戻り光の±1 次回折光に対し元の光軸から偏向させ集光せしめる偏芯したレンズ効果を有しかつ該±1 次回折光のいずれかに凸レンズ又は凹レンズの作用をする機能を有することを特徴とする。本発明の光ピックアップ装置においては、前記第 1 受光部は各々が前記回折光学素子の前記輪帯から照射される±1 次回折光を受光しかつ該±1 次回折光のスポットを分割する分割線を境界線として各々近接配置された少なくとも 2 個の受光素子以上からなりかつ正極性側となる少なくとも 1 以上の受光素子の面積と負極性側となる少なくとも 1 以上の受光素子の面積との合計が略等しくなるように構成され、前記焦点誤差検出回路は前記受光素子の正極性側及び負極性側の出力和の間の差分を前記光ビームの焦点誤差信号として生成することを特徴とする。

【0017】本発明の光ピックアップ装置においては、前記回折光学素子は前記輪帯の内側に画定された内側領域に設けられた回折格子によって透過光を 0 次回折光と 1 次回折光に分離するグレーティング又はブレース型の透過ホログラムレンズであり、さらに、前記第 2 受光部は各々が前記回折光学素子の前記内側領域から照射される 1 次回折光を受光しかつ該 1 次回折光のスポットを分割する分割線を境界線として各々近接配置された少なくとも 2 個の受光素子以上からなりかつ正極性側となる少なくとも 1 以上の受光素子の面積と負極性側となる少なくとも 1 以上の受光素子の面積との合計が略等しくなるように構成され、前記波面収差誤差検出回路は前記受光素子の正極性側及び負極性側の出力和の間の差分を前記光ビームの波面収差誤差信号として生成することを特徴とする。

【0018】本発明の光ピックアップ装置においては、前記回折光学素子は、前記輪帯の外側に画定された外側領域に設けられた回折格子によって透過光を 0 次回折光と 1 次回折光に分離するグレーティング又はブレース型の透過ホログラムレンズであり、さらに、前記第 2 受光部は各々が前記回折光学素子の前記外側領域から照射される 1 次回折光を受光しかつ該 1 次回折光のスポットを分割する分割線を境界線として各々近接配置された少なくとも 2 個の受光素子以上からなりかつ正極性側となる少なくとも 1 以上の受光素子の面積と負極性側となる少なくとも 1 以上の受光素子の面積との合計が略等しくなるように構成され、前記波面収差誤差検出回路は前記受光素子の正極性側及び負極性側の出力和の間の差分を前記光ビームの波面収差誤差信号として生成することを特徴とする。

【0019】本発明の光ピックアップ装置においては、前記ホログラムレンズは前記戻り光の±1 次回折光のいずれかに凸レンズ又は凹レンズの作用をする機能を有し、前記第 1 受光部は直交する 2 本の分割線を境界線として各々近接配置されかつ前記分割線の交点を中心に前記回折光学素子の前記輪帯から照射される 1 次回折光を受光する互いに独立した 4 個の受光素子から構成され、前記焦点誤差検出回路は対角位置にある前記 4 個の受光素子の 1 対の出力和の間の差分を前記光ビームの焦点誤差信号として生成することを特徴とする。

【0020】本発明の光ピックアップ装置においては、前記回折光学素子は、前記輪帯の内側に画定された内側領域に設けられた回折格子によって透過光を 0 次回折光と 1 次回折光に分離するグレーティング又はブレース型の透過ホログラムレンズであり、さらに、前記第 2 受光部は直交する 2 本の分割線を境界線として各々近接配置されかつ前記分割線の交点を中心に前記回折光学素子の前記内側領域から照射される 1 次回折光を受光する互いに独立した 4 個の受光素子から構成され、前記波面収差誤差検出回路は対角位置にある前記 4 個の受光素子の 1 対の出力和の間の差分を前記光ビームの波面収差誤差信号として生成することを特徴とする。

【0021】

【発明の実施の形態】以下に、本発明による光ピックアップ装置を含む記録再生装置の実施形態について説明する。図 1 は、本発明の一実施形態である記録再生装置の構成を示す図である。光ピックアップ装置 3 を備えた記録再生装置は、フォーカスアクチュエータ 301 及び球面収差補正用レンズ群 42 を駆動制御するための駆動制御部 59 を備えている。駆動制御部 59 は、ピックアップの光検出器 40 に接続され、検出された信号に基づき種々の誤差信号を生成し、これらを接続されたフォーカス駆動回路 18、球面収差補正用レンズ群駆動回路 19 などへ供給する。記録再生装置は検出された信号に基づき再生信号を生成する復調回路 20 を有し、図示しないがスピンドルモータ、スライダ、トラッキングのためのサーボ駆動回路も備えている。

(第 1 の実施形態) 図 2 は、本発明の光ピックアップ装置の構成を示す図である。

【0022】光ピックアップ装置 3 は、光源である半導体レーザ 31 と、グレーティング 32 と、偏光ビームスプリッタ 33 と、コリメータレンズ 34 と、ミラー 35 と、1/4 波長板 36 と、対物レンズ 37 と、透光性材料からなるシリンドリカルレンズ、マルチレンズなどの非点収差発生光学素子 38 と、ホログラムレンズなどの回折光学素子 39 と、光検出器 40 を備えている。光検出器 40 は 0 次回折光用受光部 400 及び±1 次回折光用受光部 401a、401b、402a、402b、403a、403b を備えている。光ディスク 1 は、記録再生装置のスピンドルモータのターンテーブル (図示せ

ず) 上に対物レンズ37から離間するように載置される。

【0023】光ピックアップ装置3にはフォーカスアクチュエータ301が内蔵され、これは対物レンズ37を支持しかつ駆動する。また、光ピックアップ装置3は偏光ビームスプリッタ33と対物レンズ37と光路中に収差補正用の球面収差補正用レンズ群42を備えている。フォーカスアクチュエータ301は、フォーカス駆動回路18から供給された焦点誤差信号のレベルに応じて対物レンズ37を光ディスク1の表面に垂直な方向(光軸

方向)に移動せしめ、光源から発射された光ビームを所定の記録層へ集光するフォーカスサーボを実行する。

【0024】球面収差補正用レンズ群42は、球面収差補正用レンズ群駆動回路19から供給される厚み誤差信号に応じて、球面収差補正用レンズ群42を透過する光ビームに位相差を付与して所定の記録層上の光ビームの波面収差(球面収差)を補償する。球面収差補正用レンズ群42は、エキスパンダ第1レンズ414及びエキスパンダ第2レンズ415からなるエキスパンダである。2枚のレンズを組み合わせた光学系であるエキスパンダ42は光源と対物レンズ37との間に挿入され、発生する球面収差を補正する。エキスパンダ42により対物レンズ37に入射する光ビームを平行光から収束光又は拡散光とすることによって、対物レンズからの射出光に予め球面収差を発生させ、カバー層で発生する球面収差を補正する。すなわち、カバー層厚さが基準値である場合には、エキスパンダ42が平行に入射した光ビームを平行に射出するように動作する。このとき、対物レンズ射出時に発生する球面収差が基準厚さのカバー層で発生する球面収差とちょうど打ち消し合うように対物レンズ37が設計されていれば、基準厚さのカバー層を通して集光したスポットでは球面収差が発生しない。カバー層厚が基準値から偏倚している場合には、エキスパンダ42の一方のレンズ414又は415を光軸上に平行移動させることにより、エキスパンダ射出光ビームを平行光から拡散光又は収束光に変化させる。具体的には、カバー層が薄い場合には対物レンズ37に収束光を入射させ、これによって対物レンズ37で発生する球面収差量をカバー層厚によって減少した球面収差発生量と相殺するように増加させ、情報記録面上では無収差とするような補正を行なうのである。カバー層が薄い場合には逆に対物レンズ37に発散光を入射させ補正を行なうのである。かかる一方のレンズ414又は415には平行移動用のアクチュエータ(図示せず)が設けられている。このエキスパンダ用アクチュエータは対物レンズの瞳面において光ディスクの厚み誤差に起因する波面収差を相殺する逆極性の波面収差を与えるように制御される。そのため、駆動制御部59は、光検出器40の検出結果に応じた信号を、球面収差補正用レンズ群駆動回路19を介して球面収差補正用レンズ群42のエキスパンダ用アクチュエ

ータに供給する。

【0025】図3に示すように、光検出器40において、光軸上の0次回折光用受光部400は、直交する2本の分割線を境界線として各々近接配置されかつ互いに独立した4個の等しい面積の受光素子(D1, D2, D3, D4)から構成され、一方の分割線が光ディスク1のトラック伸長方向に平行になるように構成されている。また、0次回折光用受光部400から両側に分かれて配置された±1次回折光用受光部401a、401b、402a、402b、403a、403bの各々も、各々が直交する2本の分割線を境界線として各々近接配置されかつ互いに独立した4個の等しい面積の受光素子(A1, A2, A3, A4)(B1, B2, B3, B4)(C1, C2, C3, C4)(E1, E2, E3, E4)(F1, F2, F3, F4)(G1, G2, G3, G4)から構成されている。光検出器40は、光ディスクの記録層上で0次回折光のスポットが合焦となる場合にこれが後述の最小散乱円となり0次回折光用受光部400の分割線の交点に位置するように、光軸に垂直な平面上に配置されている。これら受光部は0次回折光用受光部400の中心(分割線の交点)に関して点対称に形成、配置され、すなわち該中心からトラック方向の及び垂直な方向に伸長する直線に関してそれぞれ対称である。

【0026】図2に示すように、半導体レーザ31から射出された光ビームは、グレーティング32を経て偏光ビームスプリッタ33に入射する。偏光ビームスプリッタ33は偏光鏡を有しており、入射した光ビームは偏光ビームスプリッタ33を通過し、コリメータレンズ34を経て、ミラー35により光路を直角に変えられ、球面収差補正用レンズ群42及び1/4波長板36を通過し、対物レンズ37から光ディスク1の所定の情報記録面へ照射される。このように、照射光学系は、対物レンズ37は光ディスク1上に螺旋又は同心円状に形成されたピット列又はトラックへ光ビームを集光して記録面上にスポットを形成する。この照射光ビームスポットにより、光ディスク1の情報記録面に記録情報を書き込む、又は読み出すことができる。

【0027】光ディスク1の記録面上の光ビームスポットにて反射された戻り光は光検出光学系により、光検出器40へ導かれる。すなわち、戻り光は対物レンズ37、1/4波長板36、球面収差補正用レンズ群42、ミラー35及びコリメータレンズ34を経て、再び偏光ビームスプリッタ33に入射する。この場合、戻り光は偏光ビームスプリッタ33により半導体レーザ31への方向とは異なる方向へ光路を変えられ、回折光学素子39及び非点収差発生光学素子38へ導かれる。回折光学素子39及び非点収差発生光学素子38を通過した戻り光は、非点収差を付与されると共に回折され、光検出器40における0次回折光用受光部400及び±1次回

折光用受光部401a、401b、402a、402b、403a、403bへそれぞれの回折光として入射する。なお、非点収差発生光学素子38と回折光学素子39とを逆に配置して戻り光が回折された後に非点収差を付与するようにしてもよい。さらに、シリンドリカルレンズを省いて、ホログラムレンズが戻り光に非点収差を付与する機能を有するようにすることもできる。

【0028】光検出器40の各受光部は、受光した光を光電変換して、光検出電気信号を、図1に示す駆動制御部59へ供給する。光検出器40に接続された駆動制御部59は、所定の演算を行って焦点誤差信号FE、波面収差誤差信号SE及び再生信号RF(Radio Frequency)を生成する。すなわち、駆動制御部59で出力される信号FE、SE及びRFは、図3に示す光検出器40の各受光部の符号をその出力として示すと、以下の式によって示される。

【0029】

【数3】 $FE = (B1+B4+F1+F4) - (B2+B4+F1+F3)$

$SE = (A1+A4+C2+C3+E2+E3+G1+G4) - (A2+A3+C1+C4+E1+E4+G2+G3)$

$RF = D1+D2+D3+D4$

駆動制御部59はこれら焦点誤差信号FE、波面収差誤差信号SE及び再生信号RFを、図1に示すフォーカス駆動回路18、球面収差補正用レンズ群駆動回路19及び復調回路20にそれぞれ供給する。なお、接線方向の分割線で分けた受光素子の光電変換信号はトラッキングエラー信号生成に用いられ得る。

【0030】図2に示す光検出光学系の戻り光の光軸に配置された回折光学素子39のホログラムレンズは光学ガラスからなる平行平板からなる回折格子を形成されたグレーティング又はブレード型の透過ホログラムである。図4に示すように、回折光学素子39のホログラムレンズは、戻り光から後述する特定の光線成分を環状に抽出する回折格子の輪帯39Aを有している。また、回折光学素子39には、輪帯39Aの内側に画定された円形の内側領域39Bに輪帯39Aと異なる回折格子が設けられ、さらに、輪帯39Aの外側に画定された環状の外側領域39Cに輪帯39A及び内側領域39Bと異なる回折格子が設けられている。すなわち、輪帯39A、内側領域39B及び外側領域39Cでは互いに異なるピッチの回折格子が設けられている。回折光学素子39の輪帯39Aにより抽出される特定の光線成分は、光ディスク1の情報記録面上の光透過層によって生じた波面収差の対物レンズ37などの照射光学系の射出瞳面における波面収差分布の極大値に対応した瞳上の所定半径の近傍の光線成分である。そのため、輪帯39Aは、かかる半径として、戻り光の光軸を中心に瞳半径を R_0 とした場合に $0.71R_0 \sim 0.74R_0$ を含んでいる部分である。

【0031】図5に示すように、回折光学素子39の輪

帯39A、内側領域39B及び外側領域39Cは戻り光を回折し、それぞれ0次回折光及び±1次回折光を光検出器40の0次回折光用受光部400並びに±1次回折光用受光部401a、401b、402a、402b、403a、403b上へ非点収差発生光学素子38を介して導き、円形の0次回折光スポット並びに円形及び環状の±1次回折光スポットを形成して、透過光を0次回折光と1次回折光に分離する。すなわち、回折光学素子39及び非点収差発生光学素子38を透過した回折光学素子39のホログラムレンズの作用を受けない0次回折光は、元の光軸からずれることなく進むが、±1次回折光は該光軸に対称に偏向される。0次回折光用受光部400は復調回路20へ、各±1次回折光用受光部は駆動制御部59へ接続され、それらからの出力はそれぞれの回路へ供給される。

【0032】図6によって、輪帯39Aから得られる±1次回折光を用いて非点収差法のフォーカスサーボを実行する第1の実施形態を詳細に説明する。回折光学素子39の輪帯39Aにより抽出される環状スポットを受光する±1次回折光用受光部401a、401bの出力を焦点誤差信号FEの検出に用いる。非点収差法は、戻り光の光学系中にシリンドリカルレンズや平行平板など非点収差発生光学素子を配置し、戻り光を4分割受光部の中心近傍で受光し1つの光スポット形状の変化を検出して焦点誤差信号を生成する方法である。なお、図6において、輪帯39Aからの+1次回折光を代表して動作を説明するために、対物レンズ37、シリンドリカルレンズの非点収差発生光学素子38、ホログラムレンズの回折光学素子39及び+1次回折光用受光部401a以外の要素は省略してある。

【0033】図6に示すように、対物レンズ37から回折光学素子39の輪帯39A及びシリンドリカルレンズ38を透過し非点収差を持った戻り光の+1次回折光は、トラック(接線)伸長方向とディスク半径方向とで直交する2線分によって4分割された受光面を有する+1次回折光用受光部401aの中心付近に環状の光スポットS(後述の最小散乱円)を形成する。

【0034】シリンドリカルレンズ38は、図6に示すように、その中心軸(レンズ面をなす円柱曲面の回転対称軸)が光ディスク1のトラック伸長方向に対して45度の角度で伸長するように、戻り光の光路に配置されている。この構成において、対物レンズ37により収束する戻り光に非点収差を与え、光線は互いに90度方向の異なる非点収差となって、光ディスク1及び対物レンズ37間距離に応じて前の線像M、最小散乱円S及び後ろの線像Mを形成する。検出光学系は、光ビームの合焦時に図6(a)の最小散乱円Sを+1次回折光用受光部401aに照射し、デフォーカス時に図6(b)又は(c)のように受光面の対角線方向に延びた線像及び楕円環状の光スポットを+1次回折光用受光部401aに

照射する。+1次回折光の集光した線像間すなわち図6に示す(b)及び(c)間の距離が焦点誤差信号のキャプチャーレンジCpに対応する。

【0035】図7は+1次回折光用受光部401aの出力に基づき生成された焦点誤差信号FEの関数S(y)、いわゆるS字特性であり、縦軸は信号強度S(y)を、横軸は距離(y)を示す。このS字特性において、合焦時に光スポット強度分布が4分割の受光部中心Oに関して対称すなわち、接線方向及び半径方向において対称となる図6(a)の真円の光スポットが受光素子(B1, B2, B3, B4)に形成されるので、対角線上にある受光素子(B1, B4)(B2, B3)の光電変換出力をそれぞれ加算して得られる値は互いに等しくなり、焦点誤差成分は「0」となる。また、非合焦時には図6(b)又は(c)の如く受光部の対角線方向に楕円又は線状の光スポットが受光部に形成されるので、対角線上にある受光部の光電変換出力をそれぞれ加算して得られる値は極性が互いに反対となる。よって、焦点誤差信号関数のS字特性の極大(b)及び極小(c)間

がキャプチャーレンジCpに対応する。

【0036】輪帯39Aからの+1次回折光を代表して動作を説明しているが、図4に示す回折光学素子39の輪帯39Aの内側の内側領域39B及び外側の外側領域39Cからの±1次回折光から得られるS字特性も光ディスクのカバー層が所定膜厚である場合には、上記図6及び図7の説明から明らかなように同様にS字特性を示す信号が得られる。

【0037】しかしながら、図6及び図7の(a)に示す光ビームの合焦時であっても、光ディスクのカバー層などの所定膜厚からの厚み誤差がある場合に球面収差が発生するので、光検出器の受光部上の照射光ビームのスポット径が大きく変動する。図8を参照して、ガウス強度分布を有する光ビームの合焦時における0及び±1次回折光用受光部上の光ビームのスポットの様子を説明する。

【0038】図8(a)に示すように、光ディスク1のカバー層が所定膜厚である場合の合焦時には、0次回折光は0次回折光用受光部400上の最小散乱円として集光され、同時に、±1次回折光も±1次回折光用受光部401a、401b、402a、402b、403a、403b上の最小散乱円及び円環として集光される。光ディスク1のカバー層が所定厚みより厚い場合、合焦点状態であっても図8(b)に示すように、0次回折光スポットは変形した楕円となり、ホログラム内側領域に対応する±1次回折光用受光部402a、402b上に縮小した楕円として集光され、ホログラム外側領域に対応する±1次回折光用受光部403a、403b上に反対に傾斜し拡大した楕円として集光される。

【0039】一方、光ディスク1のカバー層が所定膜厚より薄い場合、図8(c)に示すように、0次回折光ス

ポットは変形した楕円となり、ホログラム内側領域に対応する±1次回折光用受光部402a、402b上に縮小した楕円として集光され、ホログラム外側領域に対応する±1次回折光用受光部403a、403b上に反対に傾斜し拡大した楕円として集光される。

【0040】図8から明らかなように、±1次回折光用受光部401a、401b上のスポット形状は安定した形状すなわち受光部中心に点対称の形状を保っている。ホログラムレンズの回折光学素子39の回折格子の輪帯39Aは、光ディスク1のカバー層の厚み変動に強い特定の光線成分を戻り光から環状に抽出している。発明者は、かかる戻り光の特定の光線成分が球面収差の大きい部分に関係していることを知見して、上記したように、例えば開口数0.85の対物レンズを用いた光学系において、その射出瞳面における波面収差分布の極大値に対応した光ビーム横断面の規格化半径の近傍の光線成分を、回折光学素子により特定の輪帯環状に抽出して、その光線成分の強度分布を用いて焦点誤差検出を案出したのである。

【0041】図9に光ディスクのカバー層の厚み誤差による球面収差がある場合の波面収差(b)及び瞳上光ビーム横断面(a)を示す。フォーカスを最良像点に合わせた時、波面収差の分布(b)は対物レンズの瞳半径を R_0 とすると半径 $0.71R_0$ の付近でピーク(輪帯収差)を有する。この輪帯収差半径 $0.71R_0$ の円周上を通過する光線の像点はピックアップに球面収差が発生してもまったく移動がない。この輪帯収差半径は対物レンズのNAによって若干異なりNAが大きいとわずかなはあるが大きくなる。これは発生する球面収差のうち半径の4乗に比例する成分の他に、高次数の成分が大きくなるためである。例えばNAが0.85では輪帯収差半径 $0.74R_0$ となる。

【0042】カバー層などの厚み誤差のある場合すなわち球面収差の発生した場合の±1次回折光用受光部401a、401b上での光強度分布を示した図8から明らかなように、カバー層などの厚みが所定厚と異なる場合、輪帯収差半径 $0.71R_0$ を境に内側の光線と外側の光線の分布が異なる。この分布がアンバランスになるため球面収差が発生した場合の焦点誤差検出に誤差(デフォーカス)を生むことになる。しかし、輪帯収差半径 $0.71R_0$ を透過する光線は、±1次回折光用受光部401a、401b上においてまったく動かないため、この光線のみで焦点誤差検出を行えば球面収差の影響をまったく受けない検出が可能となる。

【0043】図10に焦点誤差検出に用いる光線成分を抽出する大きさの異なる回折光学素子39の回折格子輪帯を示す。図10(a)は半径 $0.71R_0$ を含む細い幅の円環状領域の輪帯であり、図10(b)は半径 $0.71R_0$ を含む瞳付近の光線も含まれる太い幅の円環状領域であり、図10(c)は瞳全面領域、すなわちカバ

一層厚み誤差によって発生するデフォーカス量をすべての反射光を焦点誤差検出に用いる場合である。図11は厚み誤差とデフォーカスの関係すなわち、輪帯39Aの大きさに対応するデフォーカス量の変化を示す。図11から明らかなように、図10(b)(c)に示す領域を用いる場合と比較して、図10(a)の領域すなわち輪帯39Aのみ用いれば、カバー層厚み誤差がおおきくてもデフォーカスは全く発生しないことが分かる。図10(b)の場合は、すべての光線成分を用いる場合(図10(c))に比べれば効果はあるが厚み誤差が大きいとデフォーカスしてしまう。大きな厚み誤差が予想される場合や多層ディスクなどに用いる場合は図10(a)のホログラムの使用が優れているといえる。図12には厚み誤差と球面収差エラーの関係を示す。図12は、図10(a)(b)の円環状領域を用いる場合と同様な特性を示している。

【0044】図9で示したように原理上、球面収差の影*

$$W(r) = A_{42}(6r^4 - 6r^2 + 1) + A_{63}(20r^6 - 30r^4 + 12r^2 - 1) + A_{84}(70r^8 - 140r^6 + 90r^4 - 20r^2 + 1)$$

… (1)

【0047】この波面関数 $W(r)$ を縦収差量 $y(r)$ に変換すると、次式(2)のようになる。

$$y(r) = - \left\{ \frac{1}{\tan(\sin^{-1}(NA))} \right\}^2 \frac{1}{r} \frac{dW(r)}{dr} - \frac{4(NA^2 - 1) \{ 3A_{42}(2r^2 - 1) - 6A_{63}(5r^4 - 5r^2 + 1) + 10A_{84}(14r^6 - 21r^4 + 9r^2 - 1) \}}{NA^2}$$

… (2)

【0049】上式は、最良像点に合焦した場合に、瞳上の半径 r (瞳半径で規格化した値)の円周上を通った光線が、どれだけデフォーカスした位置に焦点を結ぶかを示している(球面収差を半径毎のデフォーカスに換算した)。ここで A_{mn} (但し m, n は整数)は球面収差係数を表し、カバー層厚み誤差 ΔT によって生じる球面収差であれば次式(2a)で解析的に求められる。

【0050】

【数6】

$$A_{42} = \frac{W_{40}}{6} + \frac{W_{60}}{4} + \frac{2W_{80}}{7} + \frac{25W_{100}}{84} + \frac{25W_{120}}{84},$$

$$A_{63} = \frac{W_{60}}{20} + \frac{W_{80}}{10} + \frac{5W_{100}}{36} + \frac{W_{120}}{6},$$

$$A_{84} = \frac{W_{80}}{70} + \frac{W_{100}}{28} + \frac{9W_{120}}{154},$$

$$W_{kn} = \left[\frac{(-1)^k (n^{k-2} - 1) NA^k}{k! n^{k-1}} \frac{\Delta T}{\lambda} \right] \prod_{s=1}^{k/2} (1 - (2s - 2)^2)$$

… (2a)

(ただし、 $k=40, 60, 80, 100$, 又は 120)

【0051】例えば、 $(NA, \lambda) = (0.85, 40$

* 響が全くない部分は瞳上の半径 $0.71R_0$ の円周部分であるが、この部分だけの光線成分を用いたのでは光量が足りず、信号の S/N が取れない恐れがあるので、実際はこの半径 $0.71R_0$ 部分を含みある幅を持たせる必要がある。瞳上の半径 $0.71R_0$ より内側の光線の収差と外側の光線の収差が検出器上でバランスさせる必要がある。

【0045】そこで、半径を変数 r として回折光学素子39の回折格子輪帯39Aの外側半径(r_{max})と内側半径(r_{min})の好適な範囲を求める。以下のように、球面収差量に依存せずに最良像点に合焦するための最適輪帯の半径範囲を計算する。ツェルニケ(Zernike)収差多項式を用いると、球面収差がある場合の最良像点における波面は次式(1)で表すことができる。

【0046】

【数4】

※【0048】

【数5】

5 μm)、 $n=1.62$ 、 $\Delta T=10 \mu m$ の場合には、 $A_{42}=-0.26$ 、 $A_{63}=-0.049$ 、 $A_{84}=-0.0076$ となり、縦収差 $y(r)$ を図示すると図13に示すようにほぼ放物線になる(ここでは往路のみの球面収差を考えた)。つまり、カバー層厚み誤差によって生じる球面収差をデフォーカスで表現すると、瞳中心を通る光線のデフォーカス量($=y(0)$)と瞳最外周を通る光線のデフォーカス量($=y(1)$)の間に全ての光線が入ることになる。また、 $y(r)=0$ を解くことで、カバー層厚み誤差 ΔT に依存することなく、半径 $r=0.74$ 近傍の光線が集光する位置が常に最良像点になることが分かる。なお、ここで高次まで考慮しているので半径 $r=0.74$ が得られるが、半径 $r=0.71$ は $W_{60}=W_{80}=W_{100}=W_{120}=0$ とした場合の値である。言い方を変えれば、 $r=0.74$ 近傍の光線のみで焦点誤差信号を生成すれば、 ΔT に関わらず常に最良像点にフォーカスをかけることができるということである。

【0052】ここで、半径 $r=0.74$ 近傍の光のみを用いたのでは光量が足りず、検出信号の S/N が著しく劣化することが予想されるので、実際には $r=0.74$

を内包してある幅の輪帯内の光を用いることになる。図14に示すように瞳上の半径 $r=0.74$ を含む輪帯の内径 r_{min} と外径 r_{max} の範囲を規定する。この時、輪帯39Aの内径 r_{min} と外径 r_{max} は光線追跡により数値的に求めることが確実である。さらに、発明者は、球面収差がない時に全面の光を用いて生成した焦点誤差信号関数 $S(y)$ （いわゆる上記のS字特性）が既知であるならば、解析的に次式（3）を満足するように選んでも良いことを提案する。すなわち、輪帯収差の極大値（ピーク）の内外で光強度がバランスしゼロとなるように、縦収差量をパラメータとした焦点誤差信号関数 $S(y)$ と光強度分布の積が瞳全体においてゼロとして、以下の式（3a）を満たす内径 r_{min} と外径 r_{max} を算出する。

$$\int_0^{2\pi} \int_{r_{min}}^{r_{max}} I(r \cos \theta, r \sin \theta) S(y(r)) r dr d\theta = 0$$

… (3)

【0056】例えば、球面収差がない時の瞳全面の光を用いたS字特性の焦点誤差信号関数 $S(y)$ が、上記図7のようである場合に、球面収差があまり大きくなければ、言いかえると $y(r)$ が $S(y)$ の線形領域内に分布するならば、以下の式（4）のように簡単に書ける。すなわち図7に示す $S(y)$ の $y=0$ の傾きと縦収差量 $y(r)$ との積で表せる。

【0057】

【数9】

$$2.59(r_{min}^2 - r_{max}^2) - 1.78(r_{min}^4 - r_{max}^4) + 0.20(r_{min}^6 - r_{max}^6) - 1.23(r_{min}^8 - r_{max}^8) = 0.0$$

… (5)

【0060】但し、 $NA=0.85$ 、 $\lambda=405\text{nm}$ 、 $n=1.62$ とした。（5）式を満たすような輪帯の内径 r_{min} と外径 r_{max} （内側及び外側半径）は図15に示すグラフのようになる。図15から明らかなように、回折光学素子の輪帯幅を瞳半径の $r_{min}=r_{max}=0.71$ と極めて狭い範囲から $r_{min}=0.25 \sim r_{max}=0.95$ の幅の広い範囲までの範囲で設定することにより、光透過層によって生じた波面収差の射出瞳面における波面収差分布の極大値に対応した好適な光線成分を、戻り光から、環状に抽出することができる。

【0061】実際には、 $I(r)$ はガウス分布であったり、光ディスクでの回折を考えると更に複雑な分布になるが、上述と同様に式（3）を満たすように回折光学素子の輪帯幅の内径 r_{min} と外径 r_{max} の関係が導出可能であり、射出瞳上の強度分布、焦点誤差信号関数から内径及び外径の最適値を求めることができる。このように第1の実施形態では、焦点誤差検出に非点収差法を用いつつ、射出瞳上の強度分布から輪帯収差を含む円環状部分の光線は、その円環状部分に対応した部分（輪帯

* 【0053】

【数7】

$$\int_0^{2\pi} \int_{r_{min}}^{r_{max}} I(r) S(y(r)) r dr d\theta = 0$$

… (3a)

【0054】ここで $I(r)$ は対物レンズ射出瞳上の強度分布であるが、回転対称で表せない場合は、射出瞳上の強度分布を $I(r \cos \theta, r \sin \theta)$ として、以下の式（3）を満たすように、内径 r_{min} と外径 r_{max} を算出する。

【0055】

【数8】

※

20

$$S(y) = \frac{-2A}{Cp} \cdot y(r) \dots (4)$$

【0058】モデルを簡単にするために、 $I(r)=1.0$ （一様光入射かつ鏡面反射）とし、（1）、（4）式を（3）式に代入して整理すると、以下の式（5）となる。

【0059】

【数10】

$$2.59(r_{min}^2 - r_{max}^2) - 1.78(r_{min}^4 - r_{max}^4) + 0.20(r_{min}^6 - r_{max}^6) - 1.23(r_{min}^8 - r_{max}^8) = 0.0$$

40

39A）に回折格子を設けた回折光学素子を用いて、本来の光軸より分離する。そして、円環回折格子によって偏向分離された円環状光線を焦点誤差検出専用の光検出器受光部（±1次回折光用受光部401a、401b）に入射させ、焦点誤差を検出するので、球面収差が発生しても受光部上で全く影響を受けない。

【0062】さらに第1の実施形態では、輪帯収差の領域（瞳半径において $0.71R_0$ を含む領域）を境に内側を透過する光線と外側の光線の挙動が球面収差によって異なることを利用して光学系に発生する球面収差を検出する。図8に示すように、球面収差が光学系に発生すると回折光学素子（図4の内側領域39B、環状外側領域39C）を透過する光線は互いに90度方向の異なる非点収差となり、±1次回折光用受光部402a、402b、403a、403bへそれぞれ入射する。その光線分布を上記式 $SE = (A1 + A4 + C2 + C3 + E2 + E3 + G1 + G4) - (A2 + A3 + C1 + C4 + E1 + E4 + G2 + G3)$ に基づいた演算を駆動制御部59にて行うことによって球面収差の検出が可能となる。

図8に示すように、球面収差の極性（カバー層が薄い又

50

は厚い)によって回折光学素子の内側領域39B、環状外側領域39Cを透過する光線の非点収差の方向が異なるので球面収差の方向も検出可能である。

【0063】これらの構成によって(フォーカスサーボが回折光学素子の輪帯39Aを透過する光線のみでかけられているので)デフォーカスの影響を全く受けない高精度の球面収差検出が可能となる。回折光学素子は0次光の強度が大きくなるように設定されている。RF信号やトラッキングエラー信号などは0次光が入射する0次回折光用受光部400で検出するようにしたので、RF信号を得るための加算アンプの数を少なくでき、不要なノイズの増加を抑えることができる。

(第2の実施形態)第2の実施形態は、第1の実施形態における回折光学素子39の環状の外側領域39Cの回折格子、及び±1次回折光用受光部403a、403bを省略し、駆動制御部59を変更した以外、第1の実施形態と同一である。球面収差の検出は円形の内側領域39Bの回折格子を透過する光線のみで行うが、この場合も実施例1とほぼ同等の球面収差検出が可能である。

【0064】図16に示すように、回折光学素子39は、戻り光の光軸を中心に瞳半径を R_0 とした場合に瞳上の半径 $0.71R_0 \sim 0.74R_0$ を含みかつ光線成分を環状に抽出する回折格子の輪帯39Aを有し、その内側の内側領域39Bに輪帯39Aと異なる回折格子が設けられている。図17に示すように、回折光学素子39の輪帯39A及び内側領域39Bは戻り光を回折し、それぞれ0次回折光及び±1次回折光を光検出器40の0次回折光用受光部400並びに±1次回折光用受光部401a、401b、402a、402b上へ非点収差発生光学素子38を介して導き、円形の0次回折光スポット並びに円形及び環状の±1次回折光スポットを形成して、図18(a)に示すように、光ディスク1のカバー層が所定膜厚である場合の合焦時には、0次回折光は0次回折光用受光部400上の最小散乱円として集光され、同時に、±1次回折光も±1次回折光用受光部401a、401b、402a、402b上の最小散乱円及び円環として集光され、図18(b)に示すように、光ディスク1のカバー層が所定厚みより厚い場合、合焦点状態であっても0次回折光スポットは変形した楕円となり、ホログラム内側領域に対応する±1次回折光用受光部402a、402b上に楕円として集光され、図18(c)に示すように、光ディスク1のカバー層が所定膜厚より薄い場合、0次回折光スポットは変形した楕円となり、ホログラム内側領域に対応する±1次回折光用受光部402a、402b上に前記とは90度回転した楕円として集光される。

【0065】駆動制御部59は、出力する焦点誤差信号FE、波面収差誤差信号SE及び再生信号RFが、図18に示す光検出器40の各受光部の符号をその出力として示すと、以下の式によって示されるように、構成され

ている。

【0066】

【数11】 $SE = (B1+B4+D1+D4) - (B2+B3+D2+D3)$

$FE = (A1+A4+E1+E4) - (A2+A3+E2+E3)$

$RF = C1+C2+C3+C4$

図19には、上記第1及び第2実施形態について光ディスクのカバー層の厚み誤差と球面収差エラーの関係を示す。図から、両者ともカバー層の厚み誤差に対してほぼ±0.01mmのキャプチャーレンジで線形的な応答を示す特性が得られるが、第1実施形態は第2実施形態よりも若干狭い特性を示している。

【0067】2層ディスクでの応用を考えると、このキャプチャーレンジを広く、つまり少なくとも層間隔の2倍以上にする必要がある。

(第3の実施形態)第3の実施形態は、第2の実施形態における図16に示す回折光学素子39の輪帯39A及び内側領域39Bの回折格子を図20に示す断面ようにブレード形状に形成し、+1次回折光用受光部402a及び-1次回折光用受光部401bを省略し、駆動制御部59を変更した以外、第2の実施形態と同一である。回折光学素子をブレード形状にして、次数がどちらか一方の極性の回折光のみを抽出して用いてもかまわない。また、第1の実施形態においても、回折光学素子による±1次光を両方用いたが、どちらか一方のみでもかまわない。

【0068】図21に示すように、回折光学素子39の輪帯39A及び内側領域39Bは戻り光を回折し、それぞれ0次回折光及び±1次回折光を光検出器40の0次回折光用受光部400並びに±1次回折光用受光部401a、402b上へ非点収差発生光学素子38を介して導き、図22(a)に示すように、光ディスク1のカバー層が所定膜厚である場合の合焦時には、0次回折光は0次回折光用受光部400上の最小散乱円として集光され、同時に、±1次回折光も±1次回折光用受光部401a、402b上の最小散乱円及び円環として集光され、図22(b)に示すように、光ディスク1のカバー層が所定厚みより厚い場合、合焦点状態であっても0次回折光スポットは変形した楕円となり、ホログラム内側領域に対応する±1次回折光用受光部402b上に楕円として集光され、図22(c)に示すように、光ディスク1のカバー層が所定膜厚より薄い場合、0次回折光スポットは変形した楕円となり、ホログラム内側領域に対応する±1次回折光用受光部402b上に前記とは90度回転した楕円として集光される。

【0069】駆動制御部59は、出力する焦点誤差信号FE、波面収差誤差信号SE及び再生信号RFが、図22に示す光検出器40の各受光部の符号をその出力として示すと、以下の式によって示されるように、構成されている。

【0070】

【数12】 $SE = (C1+C4) - (C2+C3)$

$FE = (A1+A4) - (A2+A3)$

$RF = B1+B2+B3+B4$

(第4の実施形態) 第4の実施形態は、第1の実施形態における非点収差発生光学素子38を省略し、光検出器40、回折光学素子39及び駆動制御部59を差動スポットサイズ法に対応して変更した以外、第1の実施形態と基本的に同一である。上記第1の実施形態ではフォーカスアクチュエータ301のフォーカシングサーボ制御の方式として非点収差法を用いたが、第4の実施形態では、差動スポットサイズ法を用いる。スポットサイズ法は、光ディスクからの戻り光を2つの光路に分割し、それぞれ焦点距離の異なる前方及び後方の焦点を生じるように構成して、合焦点の前後に受光部設け、その上の光スポットの大きさを比較して焦点誤差信号を生成する方法である。

【0071】 図23に示すように、第4の実施形態の光検出器40において、光軸上の0次回折光用受光部400は、単一の受光素子(D)から構成されている。また、0次回折光用受光部400からディスク半径方向の両側に分かれて配置された±1次回折光用受光部401a、401b、402a、402b、403a、403bのそれぞれは、中心に配置された受光素子(A2)

(B2)(C2)(E2)(F2)(G2)に半径方向に伸長する直線に対称に配置された等しい面積の受光素子対(A1, A3)(B1, B3)(C1, C3)(E1, E3)(F1, F3)(G1, G3)から構成されている。光検出器40は、光ディスクの記録層上で0次回折光のスポットが合焦となる場合にこれが後述の最小散乱円となり0次回折光用受光部400の中心に位置するように、光軸に垂直な平面上に配置されている。これら受光部は該中心からトラック方向の及び垂直な方向に伸長する直線に関してそれぞれ対称である。

【0072】 図24に示すように、第4の実施形態の回折光学素子39のホログラムレンズは、光ディスク1の情報記録面上の光透過層によって生じた波面収差の対物レンズ37などの照射光学系の射出瞳面における波面収差分布の極大値に対応した光ビーム横断面の規格化半径の近傍の特定の光線成分を、戻り光から、環状に抽出する回折格子の輪帯39Aと、輪帯39Aの内側に回折格子からなる内側領域39Bと、輪帯39Aの外側に回折格子からなる環状の外側領域39Cとから構成されている。輪帯39A、内側領域39B及び外側領域39Cは互いに異なるピッチの回折格子が設けられ、±1次回折光に対し元の光軸から略対称に偏向させ集光せしめるように、偏芯したレンズ効果を有している。また、輪帯39A、内側領域39B及び外側領域39Cは±1次回折光のいずれかに凸レンズ又は凹レンズの作用をなすように設定されている。さらに、回折光学素子39の輪帯39Aは、戻り光の光軸を中心に瞳半径をR₀とした場合

に瞳上の半径0.71R₀～0.74R₀を含んでいる。

【0073】 図25に示すように、回折光学素子39の輪帯39A、内側領域39B及び外側領域39Cは戻り光を回折し、それぞれ0次回折光及び±1次回折光を光検出器40の0次回折光用受光部400並びに±1次回折光用受光部401a、401b、402a、402b、403a、403b上へ導き、円形の0次回折光スポット並びに円形及び環状の±1次回折光スポットを形成して、透過光を0次回折光と1次回折光に分離する。すなわち、回折光学素子39を透過した回折光学素子39のホログラムレンズの作用を受けない0次回折光は、元の光軸からずれることなく進むが、±1次回折光は該光軸に対称に偏向される。0次回折光用受光部400は復調回路20へ、各±1次回折光用受光部は駆動制御部59へ接続され、それらからの出力それぞれの回路へ供給される。回折光学素子39の輪帯39Aにより抽出される環状スポットを受光する±1次回折光用受光部401a、401bの出力を焦点誤差信号FEの検出に用い、内側領域39B及び環状外側領域39Cにより抽出される円形及び環状スポットを受光する±1次回折光用受光部402a、402b、403a、403bの出力を球面収差誤差信号SEの検出に用いる。

【0074】 図26によって、輪帯39Aから得られる±1次回折光を用いて差動スポットサイズ法のフォーカスサーボを実行する第4の実施形態を詳細に説明する。なお、図26において、輪帯39Aからの+1次回折光を代表して動作を説明するために、対物レンズ37、回折光学素子39、0次回折光用受光部400及び+1次回折光用受光部401a、401b以外の要素は省略してある。

【0075】 図26に示すように、回折光学素子39は、光ディスク1のトラック上で光ビームが合焦したとき、0次回折光が光軸の0次回折光用受光部400上に集光点を結び、同時に、+1次回折光が光軸から離れ光検出器40の手前に焦点f1を結び、かつ、-1次回折光が光軸から離れ光検出器40の遠方に焦点f2を結び、±1次回折光用受光部401a、401bの中央の受光素子(B2)(F2)上に環状スポットが照射されるように、構成されている。よって、デフォーカス時の対物レンズが近づく場合と遠ざかる場合で±1次回折光用受光部401a、401bにおける環状スポットの大きさ異なることになるので、それぞれの中央の受光素子の幅を適宜設定すると、例えば、図26に示す(d)及び(e)間の距離が焦点誤差信号のキャプチャーレンジとして、規定される。上記実施形態と同様にS字特性を示す信号が得られる。

【0076】 駆動制御部59は、出力する焦点誤差信号FE、波面収差誤差信号SE及び再生信号RFが、図27に示す光検出器40の各受光部の符号をその出力として示すと、以下の式によって示されるように、構成され

ている。

【0077】

【数13】 $SE = (A1+A3+C2+E1+E3+G2) - (A2+C1+C3+E2+G1+G3)$

$FE = (B1+B3+F2) - (B2+F1+F3)$

$RF = D$

しかしながら、差動スポットサイズ法においても、光ビームの合焦時（図26の（a）の状態）であっても、光ディスク1のカバー層などの所定膜厚からの厚み誤差がある場合に球面収差が発生するので、光検出器の受光部上の照射光ビームのスポット径が大きく変動する。

【0078】図27（a）に示すように、光ディスク1のカバー層が所定膜厚である場合の合焦時には、0次回折光は0次回折光用受光部400上の最小散乱円として集光され、同時に、±1次回折光も±1次回折光用受光部401a、401b、402a、402b、403a、403b上の最小散乱円及び円環として集光される。

【0079】光ディスク1のカバー層が所定厚みより厚い場合、合焦点状態であっても図27（b）に示すように、0次回折光スポットは若干拡大し、ホログラム内側領域に対応する±1次回折光用受光部402a、402b上に拡大及び縮小した円として集光され、ホログラム外側領域に対応する±1次回折光用受光部403a、403b上に反対に縮小及び拡大した円環状として集光される。

【0080】一方、光ディスク1のカバー層が所定膜厚より薄い場合、図27（c）に示すように、0次回折光スポットは若干拡大し、ホログラム内側領域に対応する±1次回折光用受光部402a、402b上に縮小及び拡大した円として集光され、ホログラム外側領域に対応する±1次回折光用受光部403a、403b上に反対に拡大及び縮小した円環状として集光される。

【0081】図27から明らかなように、±1次回折光用受光部401a、401b上のスポット形状は安定した形状すなわち厚み誤差によらず一定のスポットサイズを保っている。ホログラムレンズの回折光学素子39の回折格子の輪帯39Aは、光ディスク1のカバー層の厚み変動に強い特定の光線成分を戻り光から環状に抽出している。

（第5の実施形態）第5の実施形態は、第1の実施形態における光検出器40、回折光学素子39及び駆動制御部59を非点収差法及び差動スポットサイズ法に対応して変更した以外、第1の実施形態と基本的に同一である。上記第1の実施形態ではフォーカスアクチュエータ301のフォーカシングサーボ制御の方式として非点収差法のみを用いたが、第5の実施形態では、焦点誤差検出に非点収差法及び差動スポットサイズ法を用いたハイブリッド法を用いる。

【0082】図28に示すように、第5の実施形態の光

検出器40において、光軸上の0次回折光用受光部400は、直交する2本の分割線を境界線として各々近接配置されかつ互いに独立した4個の等しい面積の受光素子（C1、C2、C3、C4）から構成され、一方の分割線が光ディスク1のトラック伸長方向に平行になるように構成されている。また、0次回折光用受光部400から両側に分かれて配置された±1次回折光用受光部402a、402bの各々も、各々が直交する2本の分割線を境界線として各々近接配置されかつ互いに独立した4個の等しい面積の受光素子（B1、B2、B3、B4）（D1、D2、D3、D4）から構成されている。さらにまた、0次回折光用受光部400からさらに離れてディスク半径方向の両側に分かれて配置された±1次回折光用受光部401a、401bのそれぞれは、中心に配置された受光素子（A2）（E2）に半径方向に伸長する直線に対称に配置された等しい面積の受光素子対（A1、A3）（E1、E3）から構成されている。光検出器40は、光ディスクの記録層上で0次回折光のスポットが合焦となる場合にこれが後述の最小散乱円となり0次回折光用受光部400の分割線の交点に位置するように、光軸に垂直な平面上に配置されている。これら受光部は該中心からトラック方向の及び垂直な方向に伸長する直線に関してそれぞれ対称である。

【0083】図29に示すように、第5の実施形態の回折光学素子39のホログラムレンズは、光ディスク1の情報記録面上の光透過層によって生じた波面収差の対物レンズ37などの照射光学系の射出瞳面における波面収差分布の極大値に対応した光ビーム横断面の規格化半径の近傍の特定の光線成分を、戻り光から、環状に抽出する回折格子の輪帯39Aと、輪帯39Aの内側に回折格子からなる内側領域39Bとからなる。輪帯39Aの外側には回折格子が設けられていない透過平行板部分がある。輪帯39A及び内側領域39Bは互いに異なるピッチの回折格子が設けられ、±1次回折光に対し元の光軸から略対称に偏向させ集光せしめるように、偏芯したレンズ効果を有している。また、輪帯39Aは±1次回折光のいずれかに凸レンズ又は凹レンズの作用をなすように設定されている。さらに、回折光学素子39の輪帯39Aは、戻り光の光軸を中心に瞳半径を R_0 とした場合に瞳上の半径 $0.71R_0 \sim 0.74R_0$ を含んでいる。

【0084】図30に示すように、回折光学素子39の輪帯39A、内側領域39B及び外側領域39Cは戻り光を回折し、それぞれ0次回折光及び±1次回折光を光検出器40の0次回折光用受光部400並びに±1次回折光用受光部401a、401b、402a、402b、403a、403b上へ非点収差発生光学素子38を介して導き、円形の0次回折光スポット並びに円形及び環状の±1次回折光スポットを形成して、透過光を0次回折光と1次回折光に分離する。0次回折光用受光部400は復調回路20へ、各±1次回折光用受光部は駆

動制御部59へ接続され、それらからの出力それぞれの回路へ供給される。回折光学素子39の輪帯39Aにより抽出される楕円環状スポットを受光する±1次回折光用受光部401a、401bの出力を焦点誤差信号FEの検出に用い、内側領域39Bにより抽出される円形スポットを受光する±1次回折光用受光部402a、402bの出力を球面収差誤差信号SEの検出に用いる。

【0085】駆動制御部59は、出力する焦点誤差信号FE、波面収差誤差信号SE及び再生信号RFが、図31に示す光検出器40の各受光部の符号をその出力として示すと、以下の式によって示されるように、構成されている。

【0086】

【数14】 $SE = (B1+B4+D1+D4) - (B2+B3+D2+D3)$

$FE = (A1+A3+E2) - (A2+E1+E3)$

$RF = C1+C2+C3+C4$

上記のいずれの実施形態においても、DPPやCTCなど3ビーム仕様のピックアップに本発明を適用する場合、サイドビームの戻り光にも±1次回折光が発生するがサイドビームの±1次回折光はかなり少ない光量となるためこの光を受光する光検出器はあえて設ける必要はなくなる。3ビーム用光検出器は前記回折光学素子による0次回折光のみを受光するようにできる。

【0087】

【発明の効果】本発明によれば、球面収差の影響が全くない円環状領域を透過する光線のみを用いて焦点誤差検出を行うように構成しているので、光ディスクのカバー層厚み誤差によって球面収差が発生した場合でも焦点誤差検出に誤差（デフォーカス）が発生することがないため良好な焦点誤差検出が行えると共にデフォーカス成分が混入しない高精度な球面収差検出が行える。この球面収差をもとに球面収差補償手段を駆動することによって、カバー層厚み誤差などが生じて球面収差が発生したとしても高精度な補償が行えるため、ディスクに信号を記録再生する場合に問題がなくなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明による光ピックアップ装置を備えた記録再生装置の構成を示す概略ブロック図。

【図2】 本発明による光ピックアップ装置の構成を示す概略斜視図。

【図3】 本発明による光ピックアップ装置の光検出器の概略平面図。

【図4】 本発明による光ピックアップ装置の回折光学素子のホログラムレンズの構成を示す概略平面図。

【図5】 本発明による光ピックアップ装置の回折光学素子のホログラムレンズから光検出器までの戻り光の光路を示す概略図。

【図6】 本発明による光ピックアップ装置の光検出光学系の構成を示す概略斜視図。

【図7】 本発明による光ピックアップ装置のキャプチ

ャーレンジを有する焦点誤差信号の変化を示すグラフ。

【図8】 本発明による光ピックアップ装置の光ビームの合焦時における戻り光の0及び±1次回折光用受光部上の光スポットの様子を示す光検出器の概略平面図。

【図9】 光ディスクのカバー層の厚み誤差による球面収差がある場合の波面収差及び瞳上光ビーム横断面の関係を示す概略図。

【図10】 本発明による光ピックアップ装置の焦点誤差検出に用いる光線成分を抽出する大きさの異なる3つの回折光学素子の回折格子輪帯を示す概略平面図。

【図11】 本発明による光ピックアップ装置における光ディスクのカバー層の厚み誤差に対するデフォーカス量の変化を示すグラフ。

【図12】 本発明による光ピックアップ装置における光ディスクのカバー層の厚み誤差に対する球面収差誤差の変化を示すグラフ。

【図13】 本発明による光ピックアップ装置における光ディスクのカバー層の厚み誤差により生じる球面収差を示すグラフ。

【図14】 本発明による光ピックアップ装置の焦点誤差検出に用いる光線成分を抽出する回折光学素子の回折格子輪帯の内径及び外径を説明する概略平面図。

【図15】 本発明による光ピックアップ装置の焦点誤差検出に用いる光線成分を抽出する回折光学素子の回折格子輪帯の内径及び外径の関係の一例を示すグラフ。

【図16】 本発明による他の実施形態の光ピックアップ装置の回折光学素子のホログラムレンズの構成を示す概略平面図。

【図17】 本発明による他の実施形態の光ピックアップ装置の回折光学素子のホログラムレンズから光検出器までの戻り光の光路を示す概略図。

【図18】 本発明による他の実施形態の光ピックアップ装置の光ビームの合焦時における戻り光の0及び±1次回折光用受光部上の光スポットの様子を示す光検出器の概略平面図。

【図19】 本発明による光ピックアップ装置における光ディスクのカバー層の厚み誤差に対する球面収差誤差の変化を示すグラフ。

【図20】 本発明による他の実施形態の光ピックアップ装置の回折光学素子のホログラムレンズの一部を示す概略断面図。

【図21】 本発明による他の実施形態の光ピックアップ装置の回折光学素子のホログラムレンズから光検出器までの戻り光の光路を示す概略図。

【図22】 本発明による他の実施形態の光ピックアップ装置の光ビームの合焦時における戻り光の0及び±1次回折光用受光部上の光スポットの様子を示す光検出器の概略平面図。

【図23】 本発明による他の実施形態の光ピックアップ装置の光検出器の概略平面図。

【図24】 本発明による他の実施形態の光ピックアップ装置の回折光学素子のホログラムレンズの構成を示す概略平面図。

【図25】 本発明による他の実施形態の光ピックアップ装置の回折光学素子のホログラムレンズから光検出器までの戻り光の光路を示す概略図。

【図26】 本発明による他の実施形態の光ピックアップ装置の光検出光学系の構成を示す概略斜視図。

【図27】 本発明による他の実施形態の光ピックアップ装置の光ビームの合焦時における戻り光の0及び±1次回折光用受光部上の光スポットの様子を示す光検出器の概略平面図。

【図28】 本発明による他の実施形態の光ピックアップ装置の光検出器の概略平面図。

【図29】 本発明による他の実施形態の光ピックアップ装置の回折光学素子のホログラムレンズの構成を示す概略平面図。

【図30】 本発明による他の実施形態の光ピックアップ装置の回折光学素子のホログラムレンズから光検出器までの戻り光の光路を示す概略図。

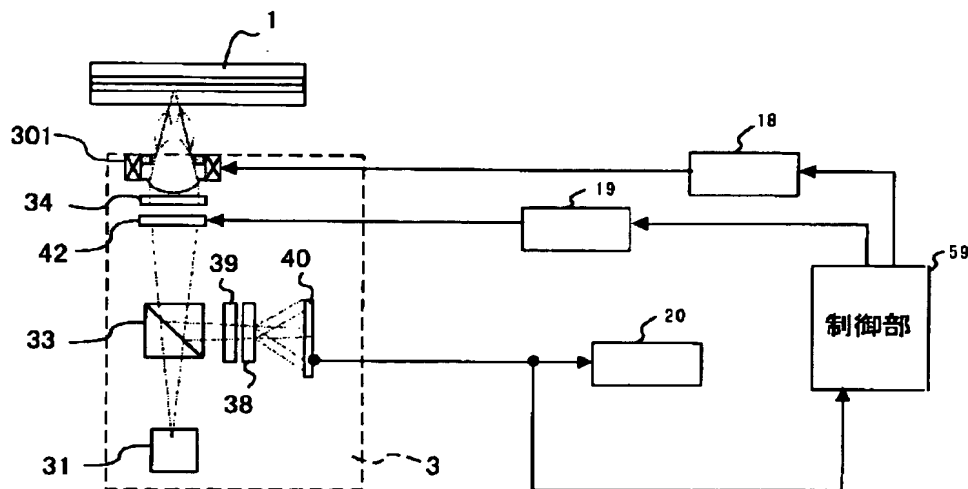
【図31】 本発明による他の実施形態の光ピックアップ装置の光ビームの合焦時における戻り光の0及び±1次回折光用受光部上の光スポットの様子を示す光検出器の概略平面図。

【符号の説明】

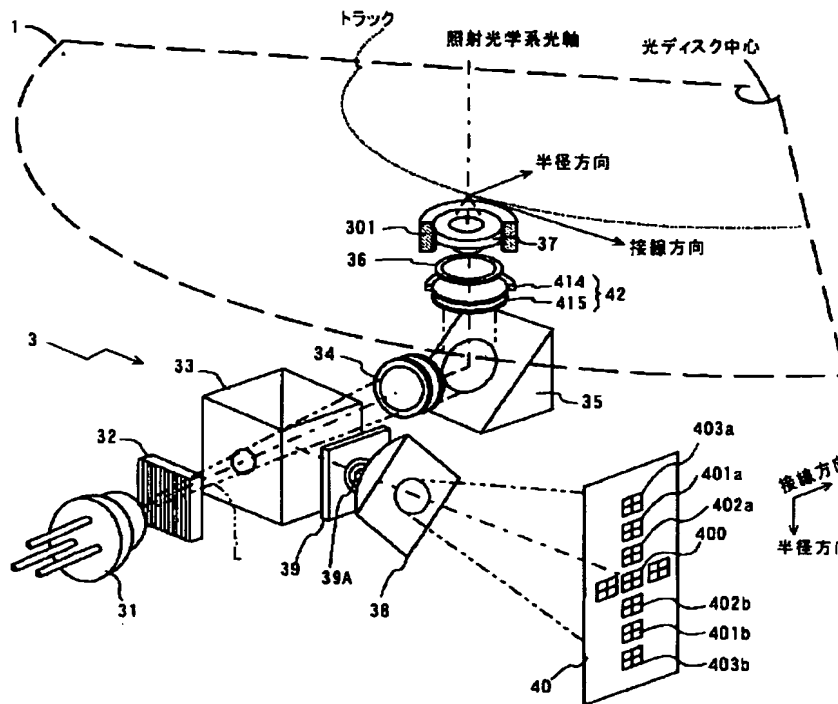
- * 1 光ディスク
- 3 光ピックアップ装置
- 18 フォーカス駆動回路
- 19 球面収差補正用レンズ群駆動回路
- 20 復調回路
- 31 半導体レーザ
- 32 グレーティング
- 33 偏光ビームスプリッタ
- 34 コリメータレンズ
- 35 ミラー
- 36 1/4波長板
- 37 対物レンズ
- 38 非点収差発生光学素子（シリンドリカルレンズ）
- 39 回折光学素子（ホログラムレンズ）
- 39A 輪帯
- 39B 内側領域
- 39C 外側領域
- 40 光検出器
- 42 球面収差補正用レンズ群（エキスパンダ）
- 59 制御部
- 301 フォーカスアクチュエータ
- 400 0次回折光用受光部
- 401a、401b、402a、402b、403a、403b ±1次回折光用受光部

*

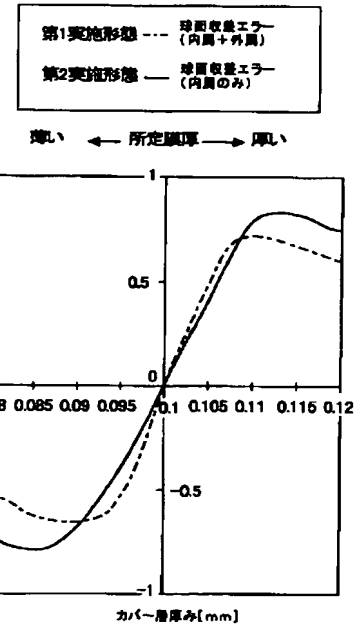
【図1】



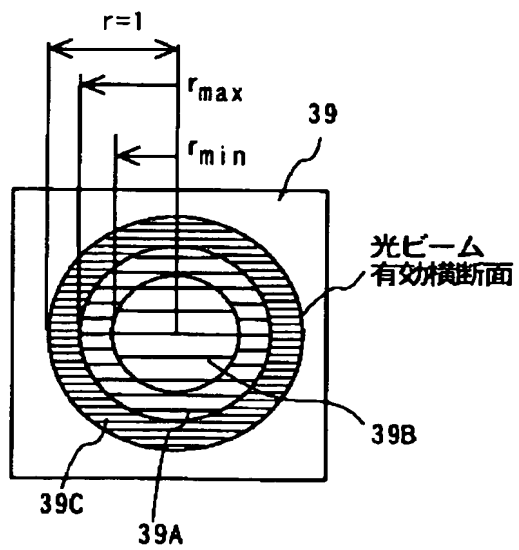
【図2】



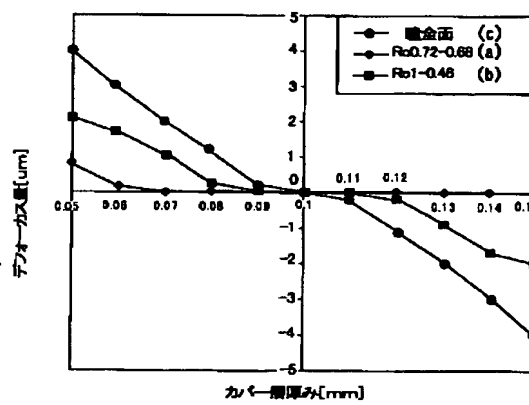
【図19】



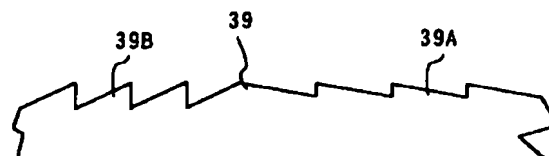
【図4】



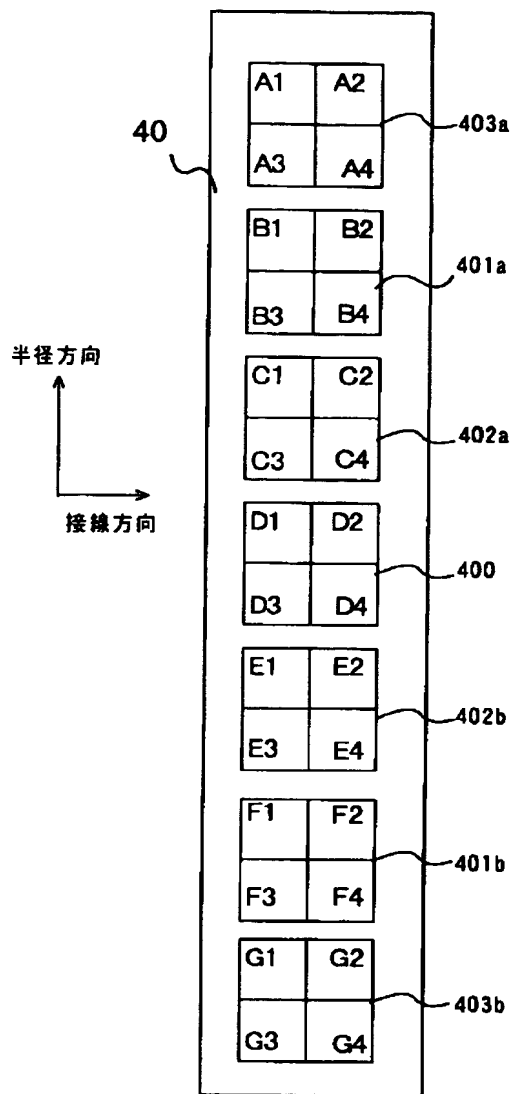
【図11】



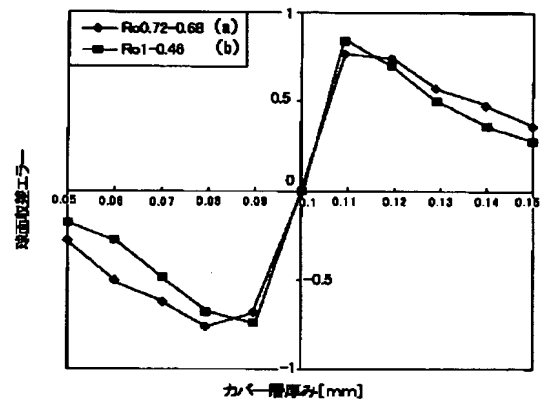
【図20】



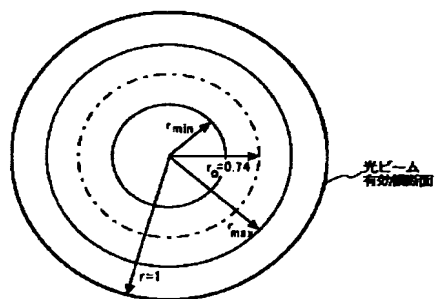
【図3】



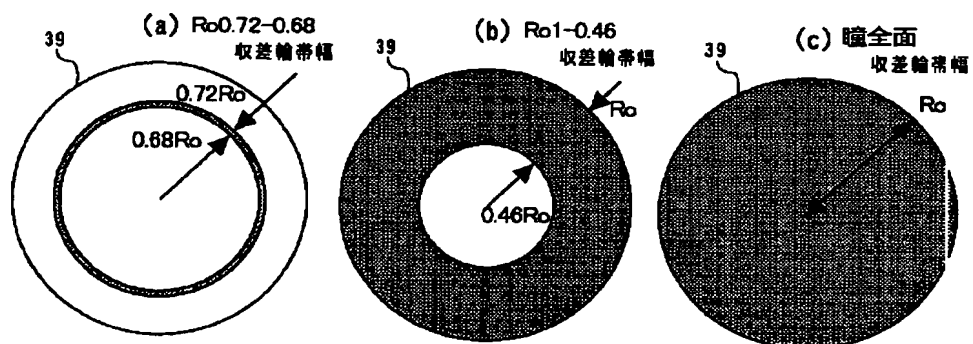
【図12】



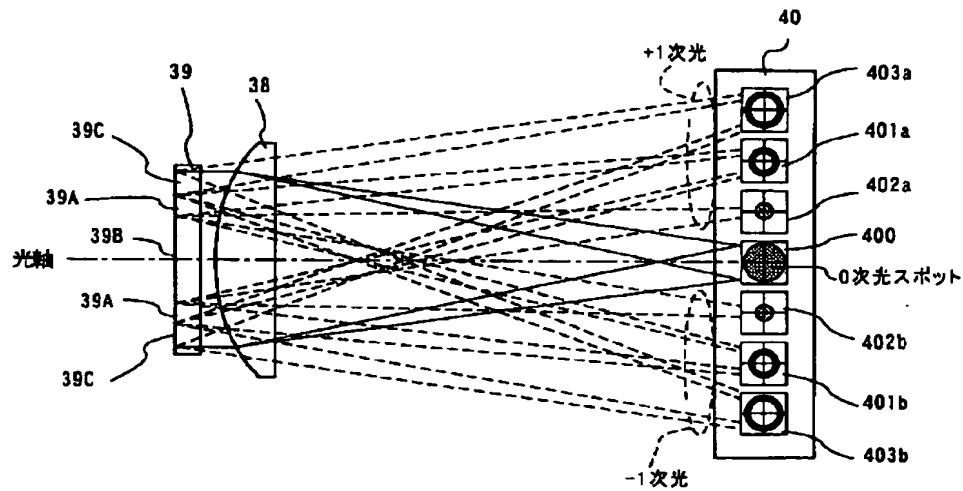
【図14】



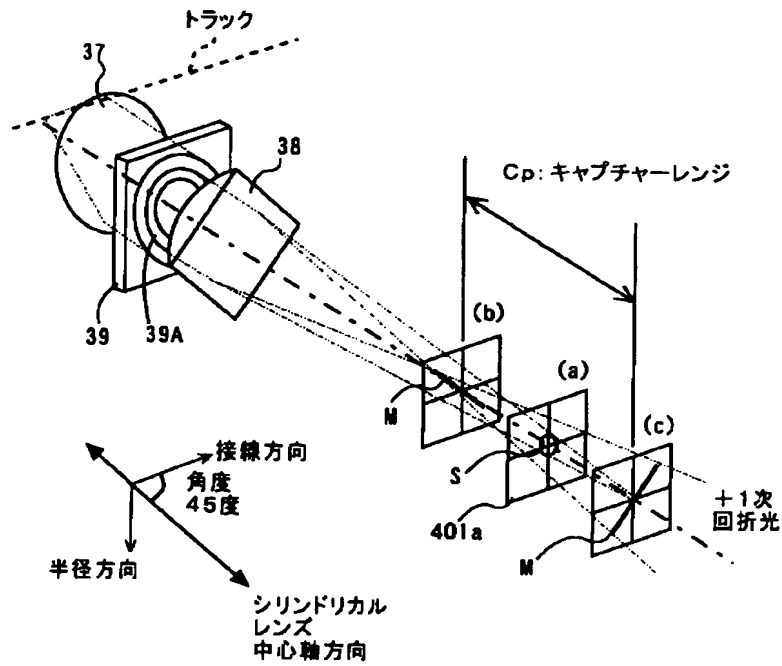
【図10】



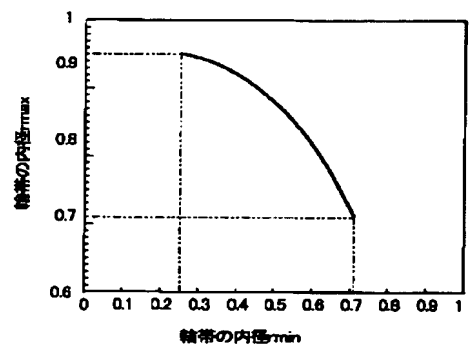
【図5】



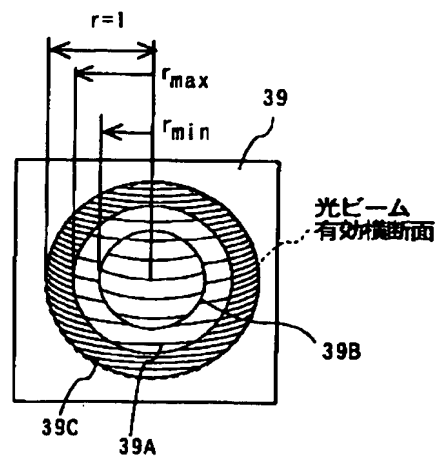
【図6】



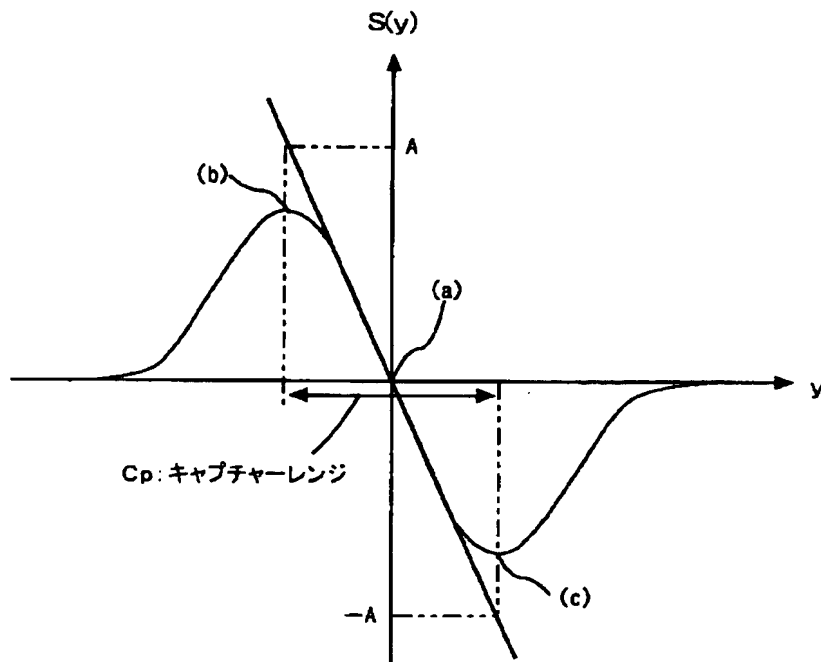
【図15】



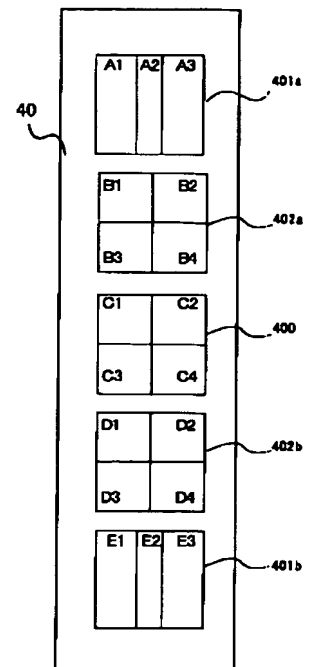
【図24】



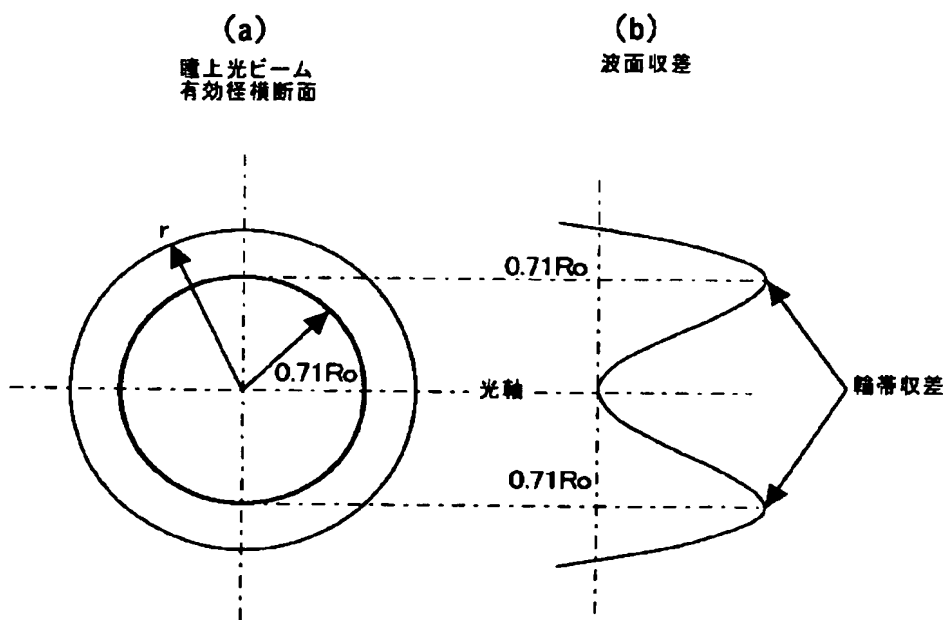
【図7】



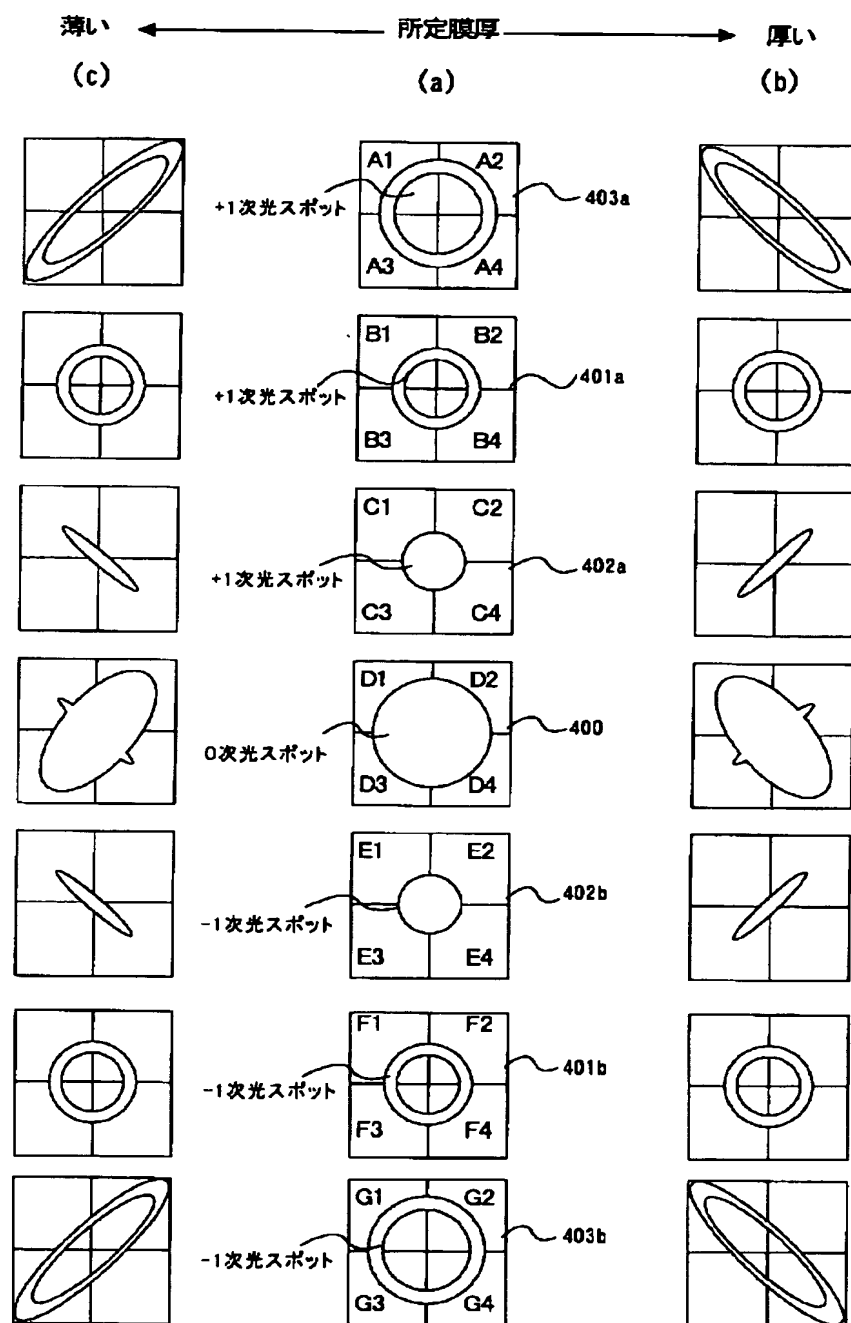
【図28】



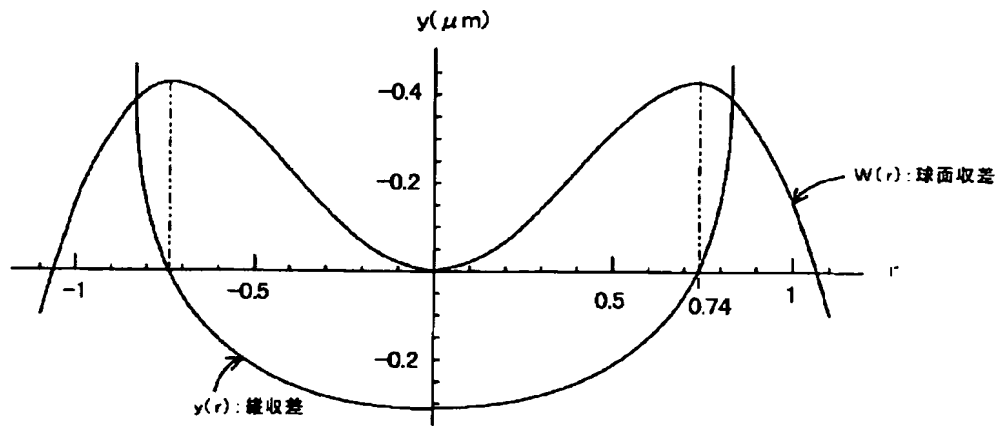
【図9】



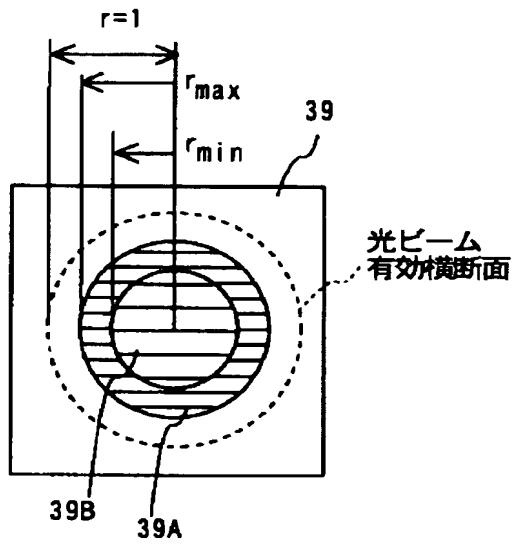
【図8】



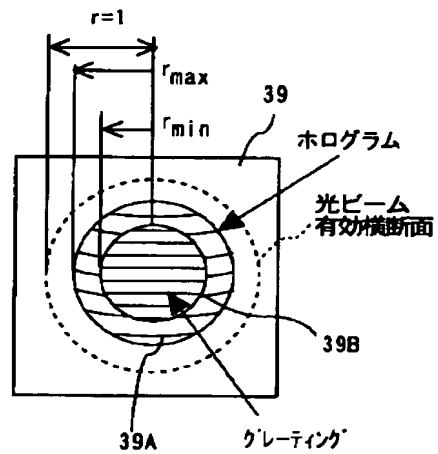
【図13】



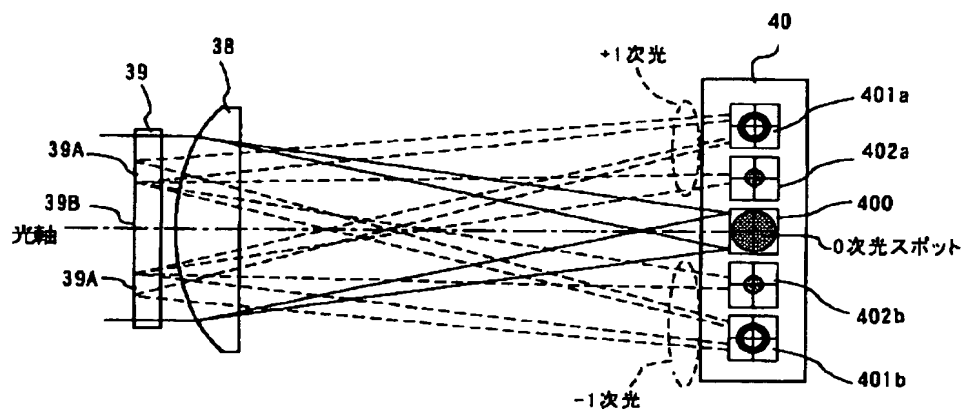
【図16】



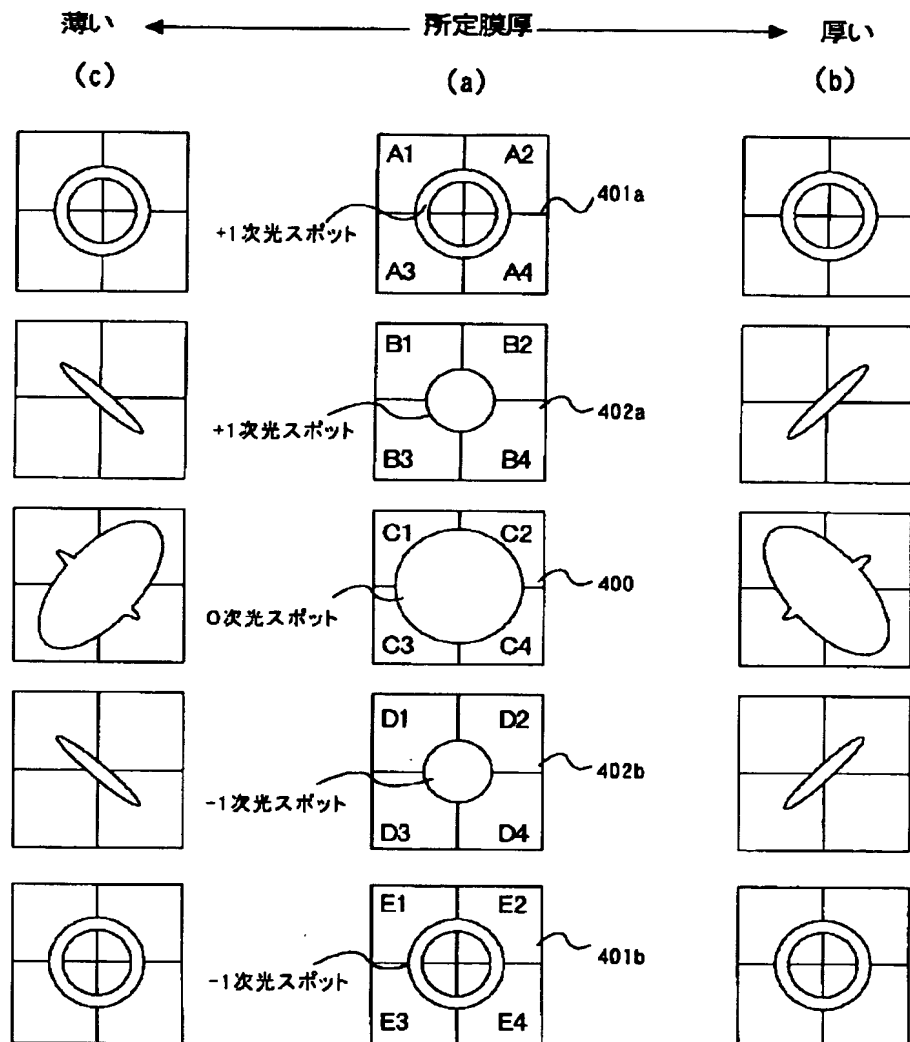
【図29】



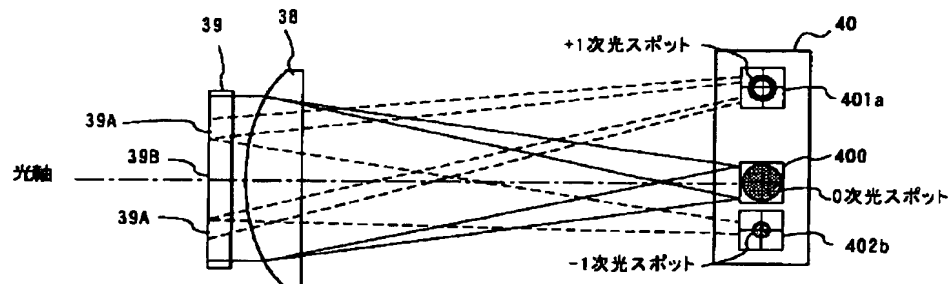
【図17】



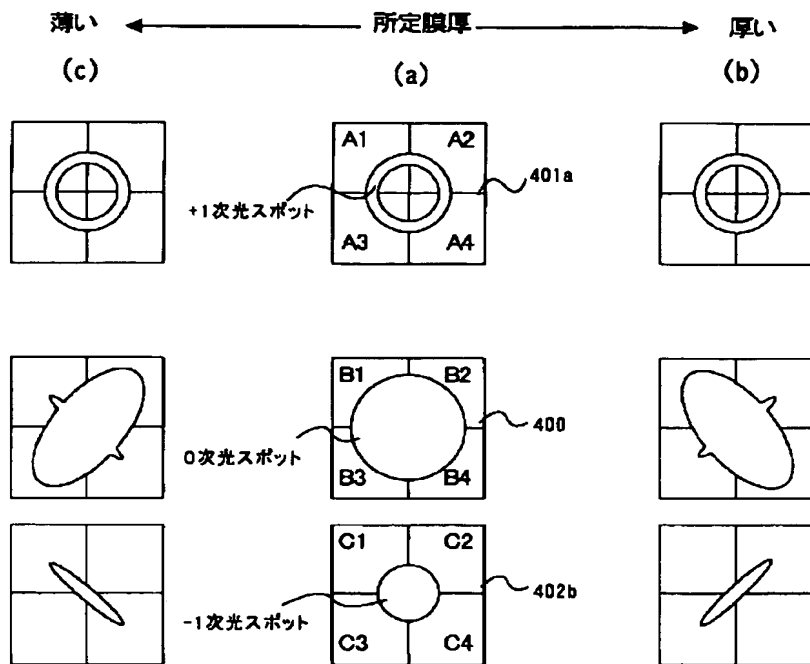
【図18】



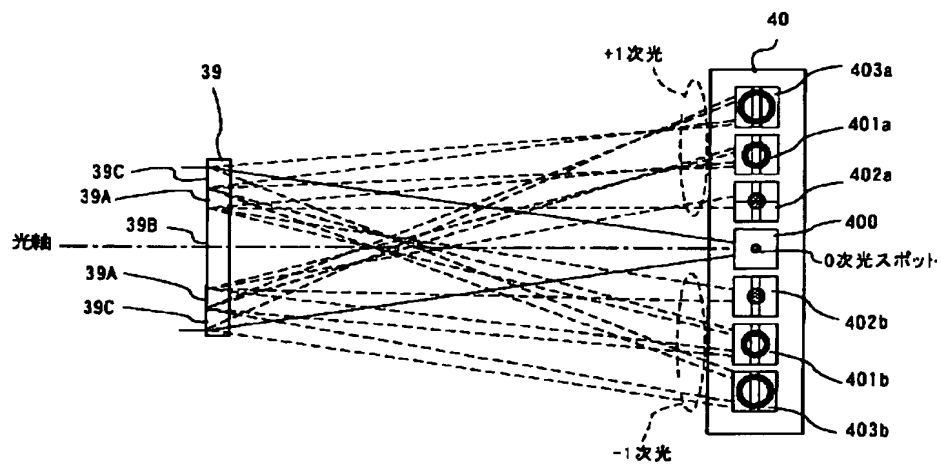
【図21】



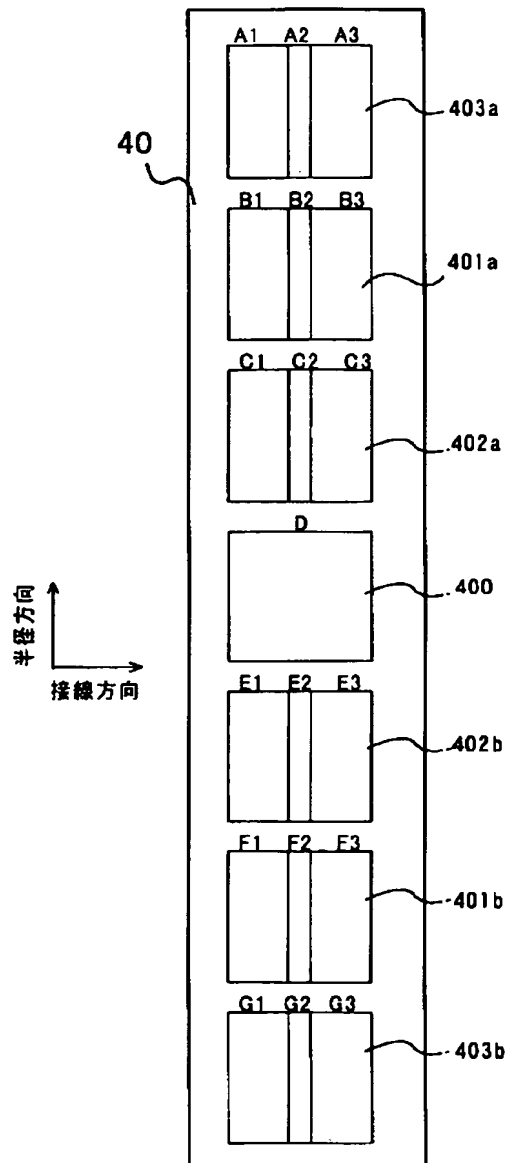
【図22】



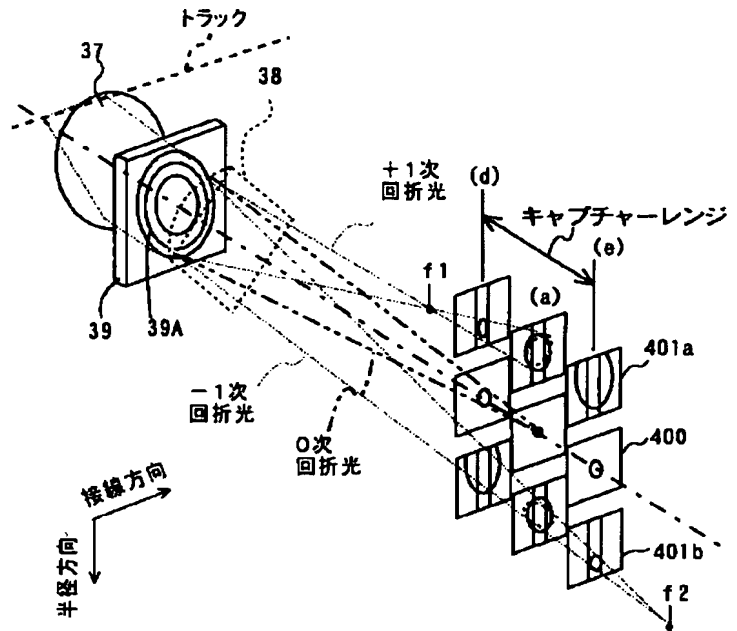
【図25】



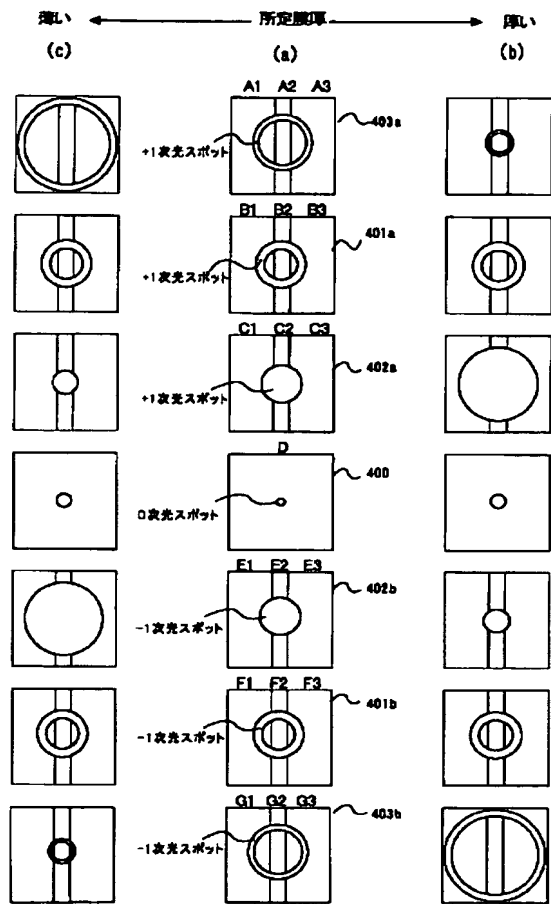
【図23】



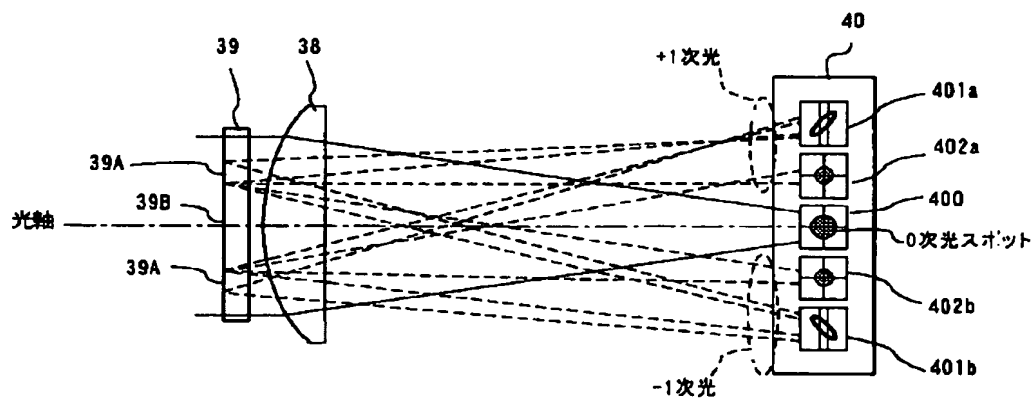
【図26】



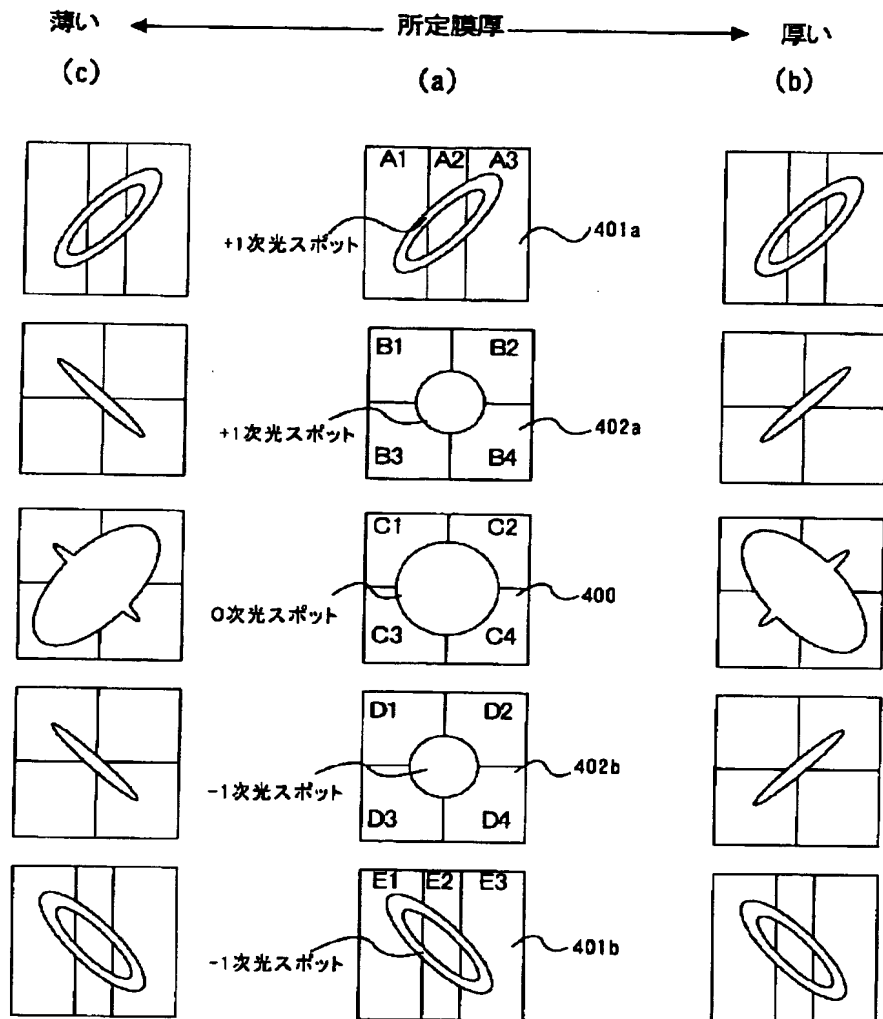
【図27】



【図30】



【図31】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷
G 1 1 B 7/125
7/135

識別記号

F I
G 1 1 B 7/125
7/135

テームコード (参考)

B
A
Z

F 一△(参考) 2G086 HH01 HH06
2H049 AA04 AA14 AA25 AA57 AA61
AA64 CA05 CA09 CA20
5D118 AA13 BA01 BB07 BB08 CD02
CF06 DA02
5D119 AA28 BA01 BB04 BB13 EA03
EC01 EC07 JA09 JA24 KA04
KA08 KA19